



**GONÇALO
HENRIQUE
QUEIRÓS
VAZ MACHADO**

**Redução de Desperdício numa Fábrica de Produção
de Cartão Canelado**



**GONÇALO
HENRIQUE
QUEIRÓS
VAZ MACHADO**

Redução de Desperdício numa Fábrica de Produção de Cartão Canelado

Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica da Doutora Ana Luísa Ferreira Andrade Ramos, professora auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho aos meus pais, ao meu irmão e aos meus avós, que sempre me apoiaram e tornaram este sonho possível.

o júri

presidente

Prof. Doutor José António de Vasconcelos Ferreira
Professor Associado da Universidade de Aveiro

Vogal

Doutora Marlene Ferreira de Brito
Professora associada do Isep - Cidem - Centro de Investigação e Desenvolvimento em Engenharia
Mecânica

Vogal (Orientador)

Prof. Doutora Ana Luísa Ferreira Andrade Ramos
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Aos meus pais e irmão pelos sacrifícios que fizeram, pelos valores que me transmitiram desde sempre e que me fizeram a pessoa que sou hoje e pela felicidade que me proporcionam todos os dias.

Aos meus avós pelo apoio, motivação e conselhos que me deram em todas as decisões que tomei na vida, este sonho também é vosso.

Aos meus colegas de Aveiro por todos os momentos incríveis que passamos e que sem dúvida me ajudaram na minha integração académica e na realização deste trabalho.

Aos meus amigos do coração que, mesmo estando a viver numa cidade diferente, nunca deixaram de me apoiar e estiveram sempre presentes nos melhores momentos da minha vida.

À minha Professora e Orientadora Ana Luísa Ferreira Andrade Ramos por nunca ter desistido de mim e pelo apoio e disponibilidade incansáveis.

Aos meus colegas da Fábrica DS Smith Packaging Guilhabreu, em especial ao Engº Joaquim Carvalho pela oportunidade de poder trabalhar numa empresa fantástica e aos meus colegas do CTV e Caneladora pelo acolhimento e companheirismo que me proporcionaram ao longo do projeto.

palavras-chave

Lean, desperdício, cartão canelado, controlo de qualidade

resumo

O presente documento descreve o trabalho realizado numa fábrica de produção e transformação de cartão canelado da empresa DS Smith PLC, no âmbito da unidade curricular de Estágio/Projeto do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade de Aveiro.

O trabalho incidiu sobre a aplicação da filosofia *Lean* e o conceito dos 7 Desperdícios, com o objetivo de eliminar atividades de valor não agregado na produção de cartão canelado e que produzem desperdício. De forma a atingir os objetivos propostos pela empresa, foram inicialmente descritos os principais problemas relacionados com o desperdício, sendo posteriormente analisadas as suas causas-raiz e planeadas possíveis soluções de melhoria. O desenvolvimento do projeto permitiu aumentar a eficácia da filtragem de cartão canelado durante a sua produção, reduzir tempos de paragem relacionados com cartão canelado não conforme, melhorar a qualidade de cartão canelado produzido e melhorar as condições de armazenamento de produto em vias de fabrico.

keywords

Lean, waste, corrugated cardboard, quality control

abstract

This document describes the work carried out at a corrugated board production and processing plant at DS Smith PLC.

The work focuses on the application of the Lean philosophy and the 7 Waste concept, with the aim of eliminating non-value added activities that produce waste. In order to achieve the objectives proposed by the company, the main problems related to waste were initially described, and then their root causes were analyzed and possible improvement solutions were planned. The development of the project allowed to increase the effectiveness of corrugated board selection during production, to reduce machine downtime related to non-compliant corrugated board, to improve the quality of corrugated board produced and to improve product storage conditions on work in progress.

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO.....	1
1.1.	ENQUADRAMENTO.....	1
1.2.	OBJETIVOS.....	2
1.3.	METODOLOGIA.....	3
1.4.	ESTRUTURA DO DOCUMENTO	4
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1.	EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO	5
2.2.	LEAN	7
2.3.	INDÚSTRIA 4.0	14
3.	CASO DE ESTUDO: SITUAÇÃO INICIAL.....	19
3.1.	APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	19
3.2.	PROCESSO PRODUTIVO DAS PRANCHAS DE CARTÃO CANELADO	21
3.3.	CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO INICIAL	28
4.	CASO DE ESTUDO: SOLUÇÕES E OPORTUNIDADES DE MELHORIA	53
4.1.	PARTE 1: FILTRAGEM DO CARTÃO À SAÍDA DA CANELADORA.....	53
4.2.	PARTE 2: PRODUÇÃO DOS TIPOS DE CARTÃO BC24T0F E BC25V0F	61
4.3.	PARTE 3: REDEFINIÇÃO DA PALETIZAÇÃO NO ARMAZÉM WIP	65
5.	CONCLUSÕES E PERSPETIVAS DE TRABALHO FUTURO.....	77
6.	REFERÊNCIAS.....	81

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: CARACTERIZAÇÃO DOS PARADIGMAS DE PRODUÇÃO (ADAPTADO DE MOURTZIS & DOUKAS, 2014).....	6
FIGURA 2: BENEFÍCIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DO LEAN MANUFACTURING (ADAPTADO DE MELTON (2005)).	10
FIGURA 3: TRANSFORMAÇÃO DA EQUAÇÃO DE PREÇO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO TOYOTA (ADAPTADO DE MALDONADO, LOPES, & DE MONTEIRO, 2017).	11
FIGURA 4: LADO DIREITO – LOGO DA EMPRESA; LADO ESQUERDO – EMBALAGENS DE CARTÃO PRODUZIDAS NA FÁBRICA.	20
FIGURA 5: VISTA AÉREA DA FÁBRICA (FOTO TIRADA POR GOOGLE MAPS).	20
FIGURA 6: ESQUEMA DA CANELADORA (ADAPTADO DE FEFCO).....	21
FIGURA 7: LADO ESQUERDO - NÍVEIS DE CANELURA. LADO DIREITO - COMPOSIÇÃO DO CARTÃO CANELADO (ADAPTADO DE LIVRO XXX).	23
FIGURA 8: LADO ESQUERDO - RECOLHA DA BOBINE PELO EMPILHADOR. LADO DIREITO - GRUPO EMPALMADOR DA MÁQUINA SIMPLES FACE.	24

FIGURA 9: REPRESENTAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO NAS MÁQUINAS SIMPLES FACE (ESQUERDA) E NA COLADEIRA (DIREITA) (ADAPTADO DE LIVRO XXXX).....	24
FIGURA 10: FORMAÇÃO DE PRANCHAS DE CARTÃO CANELADO A 2 OUTS COM DIFERENTES MEDIDAS (ADAPTADO DE LIVRO XXX).....	25
FIGURA 11: LADO ESQUERDO - SAÍDA DA CANELADORA. LADO DIREITO - PALETIZADOR COM O TRANSPORTADOR DE PALETES E ARMAZÉM DE PALETES INCORPORADO.	26
FIGURA 12: PILHA COM ETIQUETA DE IDENTIFICAÇÃO.....	26
FIGURA 13: TIPOS DE DESPERDÍCIO DA DS SMITH PACKAGING GUILHABREU.....	29
FIGURA 14: DIAGRAMA ISHIKAWA RELATIVO A PLACAS NÃO CONFORMES/DESPERDÍCIO.....	31
FIGURA 15: LADO DIREITO – PILHA COM ETIQUETA AMARELA; LADO ESQUERDO – PILHA COM ETIQUETA VERMELHA.	33
FIGURA 16: PONTOS DE LEITURA NA MÁQUINA SIMPLES FACE.	38
FIGURA 17: PONTOS DE LEITURA NA COLADEIRA.	39
FIGURA 18: ARMAZÉM WIP.	42
FIGURA 19: LADO ESQUERDO - PALETE STANDARD 1200x800; LADO DIREITO – PALETE STANDARD 1200x1000.....	43
FIGURA 20: PALETE CHEP.....	43
FIGURA 21: ESQUEMAS DE PALETIZAÇÃO UTILIZADOS NO WIP.....	44
FIGURA 22: EXEMPLOS DE PALETIZAÇÃO MAL CALIBRADA.....	46
FIGURA 23: INTERVALOS DE COMPRIMENTO QUE ULTRAPASSAM/NÃO ULTRAPASSAM OS LIMITES DA PALETE.....	47
FIGURA 24: DUAS SITUAÇÕES DE CARREGAMENTO DE PILHAS NA SAÍDA DA CANELADORA.	48
FIGURA 25: ABASTECIMENTO DE CARTÃO NUMA MÁQUINA DA TRANSFORMAÇÃO.....	49
FIGURA 26: LADO ESQUERDO – PILHA SEM ESTRAGOS PROVOCADOS PELO EMPILHADOR; LADO DIREITO – PILHA COM ESTRAGOS PROVOCADOS PELO EMPILHADOR.	50
FIGURA 27: CÁLCULO DO GRAU DE EMPENO.....	54
FIGURA 28: POSTO DE CONTROLO DE EMPENO.	55
FIGURA 29: EXEMPLIFICAÇÃO DO MÉTODO DE CÁLCULO DO GRAU DE EMPENO.....	56
FIGURA 30: LADO ESQUERDO – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO MÉTODO CONTRAFIAR; LADO DIREITO - PILHA DE CARTÃO CONTRAFIADO.	57
FIGURA 31: FLUXOGRAMA DE CONTROLO DE EMPENO.....	57
FIGURA 32: EXEMPLO DO PREENCHIMENTO DE UMA FICHA DE CONTROLO DE QUALIDADE WIP.	59
FIGURA 33: LADO ESQUERDO – ENCAMINHAMENTO DO LINER ANTES; LADO DIREITO – ENCAMINHAMENTO DO LINER DEPOIS.....	62
FIGURA 34: EXPOSIÇÃO AO CALOR DO LINER NO ROLO DE PRÉ AQUECIMENTO.	62
FIGURA 35: DESENHO TÉCNICO PROPOSTO DA PALETE 1300x1300.	66
FIGURA 36: ESQUEMA REPRESENTATIVO DA ENTRADA DE GARFOS DO EMPILHADOR NA PALETE.	66
FIGURA 37: PALETE DE TESTE 1300x1300.	66
FIGURA 38: LADO ESQUERDO - DESENHOS TÉCNICOS PALETE 1200x800 STANDARD ANTES E DEPOIS; LADO DIREITO: DESENHOS TÉCNICOS PALETE 1200x1000 STANDARD ANTES E DEPOIS.....	68
FIGURA 39: DESENHO TÉCNICO PALETE 1200x600 STANDARD.....	68
FIGURA 40: INTERVALOS DE COMPRIMENTO QUE ULTRAPASSAM/NÃO ULTRAPASSAM OS LIMITES DA PALETE APÓS A REDEFINIÇÃO DA PALETIZAÇÃO. ..	70
FIGURA 41: INTERVALOS DE COMPRIMENTO QUE ULTRAPASSAM/NÃO ULTRAPASSAM OS LIMITES DA PALETE APÓS A REDEFINIÇÃO DA PALETIZAÇÃO (CONTINUAÇÃO).....	71

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1: TIPOS E CARACTERÍSTICAS DO PAPEL.	22
TABELA 2: TIPOS DE CANELURA.	23
TABELA 3: OBJETIVOS DO PROJETO.	30
TABELA 4: TESTES ECT EFETUADOS AOS CARTÕES BC24T0F E BC25V0F.....	37
TABELA 5: TEMPERATURAS IDEAIS NA PRODUÇÃO DE CARTÃO BC24T0F E BC25V0F.	39
TABELA 6: REGISTO DE TEMPERATURAS NA PRODUÇÃO DE BC24T0F.	40
TABELA 7: REGISTO DE TEMPERATURAS NA PRODUÇÃO DE BC25V0F.	41
TABELA 8: REGRAS DE PALETIZAÇÃO WIP.	45
TABELA 9: CÁLCULO DO DESPERDÍCIO SEMANAL ASSOCIADO À DANIFICAÇÃO DE PLACAS PELO EMPILHADOR.....	50
TABELA 10: TOLERÂNCIA DO GRAU DE EMPENO DE PLACAS.....	53
TABELA 11: FATOR DE COMPENSAÇÃO DA CANELURA.	56
TABELA 12: REGISTO DE TEMPERATURAS NA PRODUÇÃO DE BC24T0F APÓS MUDANÇA DE ENCAMINHAMENTO DO LINER.	63
TABELA 13: REGISTO DE TEMPERATURAS NA PRODUÇÃO DE BC25V0F APÓS MUDANÇA DE ENQUADRAMENTO DO LINER.	63
TABELA 14: COMPARAÇÃO DOS VALORES OBTIDOS NOS TESTES ECT NO INÍCIO/FIM DO PROJETO.....	64
TABELA 15: REDEFINIÇÃO DA PALETIZAÇÃO UTILIZADA NO ARMAZÉM WIP.	69
TABELA 16: ORÇAMENTO PROPOSTO PARA A COMPRA DAS PALETES.....	72
TABELA 17: COMPARAÇÃO FINAL ENTRE OS OBJETIVOS PROPOSTOS E OS RESULTADOS OBTIDOS.....	75

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: GRÁFICO CIRCULAR SOBRE OS PRINCIPAIS MATERIAIS USADOS NO SETOR DE EMBALAGEM (ADAPTADO DE OCIEPKA-KUBICKA, 2018).	27
GRÁFICO 2: DESPERDÍCIO NOS MESES DE SETEMBRO A NOVEMBRO.	30
GRÁFICO 3: PARAGENS NA TRANSFORMAÇÃO DEVIDO A NÃO CONFORMIDADES PRESENTES NO CARTÃO.	34
GRÁFICO 4: PARAGENS NA TRANSFORMAÇÃO DEVIDO A NÃO CONFORMIDADES PRESENTES NO CARTÃO NO INÍCIO/FIM DO PROJETO.....	60
GRÁFICO 5: EVOLUÇÃO DO RETORNO FINANCEIRO OBTIDO PELA EMPRESA.	73
GRÁFICO 6: COMPARAÇÃO DO DESPERDÍCIO PRODUZIDO DURANTE OS MESES INICIAIS E FINAIS DO PROJETO.	74

ÍNDICE DE EQUAÇÕES

EQUAÇÃO 1: CÁLCULO DO GRAU DE EMPENO DE PLACAS DE CARTÃO.	54
--	----

Glossário

WIP – *Work In Progress*

CTV – Corpo Técnico de Vendas

TPS – *Total Production System*

VSM – *Value Stream Mapping*

CPS – *Cyber Physical System*

TI – Tecnologias de Informação

IoT – *Internet of Things*

JIT – *Just In Time*

B2C – *Business to Consumer*

SF – Simplex Face

NCE – Não Conformidade Externa

BCT – *Box Compression Test*

ECT – *Edge Crush Test*

LT – Lado da Transmissão

LO – Lado do Operador

OPL – *One Point Lesson*

NCI – Não Conformidade Interna

KPI – *Key Performance Indicator*

1. INTRODUÇÃO

“Anything that can go wrong will go wrong”

Murphy's Law

1.1. Enquadramento

Atualmente, há uma enorme pressão nas organizações para melhorar a satisfação do cliente e a qualidade do que lhe é oferecido e, ao mesmo tempo, diminuir a ineficácia e reduzir o número de erros. As organizações necessitam de conquistar e manter clientes, porque agora são os elementos-chave que impulsionam a economia (Smętkowska & Mrugalska, 2018). As organizações de hoje enfrentam um ambiente cada vez mais dinâmico e inovador, de modo que essa condição exige uma adaptação às novas práticas de trabalho. A competição e a evolução tornaram o conhecimento e o tempo importantes diferenciais competitivos para a empresa (Rosaly & Francisco, 2005).

A produção sofreu diferentes mudanças ao longo da história, cuja essência é a inovação. Inovação significa uma mudança quantitativa ou qualitativa (de preferência os dois tipos), permitindo um maior desenvolvimento na área em questão, na maioria das vezes relacionada com a produção (Vaněček, Pech, & Rost, 2018).

As organizações vêm adotando a melhoria contínua como fonte de enorme potencial de processos inovados, convertida na visão da filosofia de administração voltada para a satisfação do cliente e, também, para a sobrevivência dos seus próprios produtos (Rosaly & Francisco, 2005). O conceito básico de melhoria contínua é minimizar atividades sem valor agregado em qualquer sistema (Rafique, Ab Rahman, Saibani, & Arsad, 2017) e é importante identificar e remover essas atividades não apenas dos processos produtivos, mas também dos processos que influenciam indiretamente a produção (Xiong, Shang, Xiong, & Nyberg, 2019).

1.2. Objetivos

O projeto proposto pela Europac Packaging Guilhabreu para este estágio curricular incluía dois temas de alta relevância para o setor de produção da fábrica: performance das máquinas e desperdício criado nos processos produtivos. Durante o início deste estágio curricular a empresa foi adquirida por uma outra empresa concorrente pertencente ao mesmo tipo de mercado, DS Smith PLC, e com os fatores de mudança na estratégia e nos objetivos propostos, aliados ao *slogan* da nova empresa “*The Power of Less*”, surgiu a necessidade de tornar prioritário o projeto de estudo sobre o desperdício.

O modelo de negócios da DS Smith é baseado na sustentabilidade, e a sua abordagem abrange a minimização do impacto no ambiente desde o *design* à produção e desde o fornecimento à reciclagem. Atualmente a produção de cartão canelado representa o processo que mais desperdício gera na fábrica e o que apresenta maior potencial de melhoria, pelo que se tornou prioritária a atuação deste estudo na Caneladora e no armazém do WIP (*Work In Progress*). Em síntese os objetivos principais a atingir neste projeto foram definidos do seguinte modo:

- Diminuir a percentagem de placas de cartão não conformes a entrar nas máquinas de transformação;
- Definir métodos de filtragem de cartão à saída da Caneladora;
- Estabilizar a produção de placas de cartão do tipo BC25V0F e BC24T0F;
- Redefinir as regras de paletização no WIP.
- Eliminar a necessidade de danificar placas durante o carregamento de máquinas da transformação.

1.3. Metodologia

O projeto foi iniciado com um mês de formação e integração na empresa, através da aprendizagem da dinâmica de trabalho nas várias áreas da fábrica. Na primeira semana foi possível compreender o fluxo de trabalho nos departamentos comercial, logística, *design* e inovação (CTV – Corpo Técnico de Vendas), recursos humanos, planeamento de produção e financeiro. As quatro semanas seguintes tiveram como finalidade a aprendizagem de processos na área da Caneladora e na área da Transformação, que serviram para observar o comportamento diário dos operadores em trabalho e avaliar as dificuldades ou limitações encontradas no decorrer da produção.

Após a avaliação geral foram identificados três problemas que influenciavam o desperdício da fábrica e que apresentavam potencial de melhoria. A metodologia utilizada foi sempre baseada no seguimento da filosofia *Lean* e nos seus princípios, nomeadamente na área da gestão do desperdício. O KPI (*Key Performance Indicator*) utilizado como referência no caso de estudo foi a percentagem de desperdício produzido em vários pontos do processo, nomeadamente a saída da Caneladora, a entrada das máquinas de transformação, o total da Caneladora e o total da fábrica. No decorrer do projeto foram implementadas propostas de melhoria nos vários setores em estudo enquanto os KPI's eram acompanhados. No final do projeto foi efetuada uma comparação entre os resultados iniciais e os resultados finais, fazendo-se um balanço do grau de sucesso do projeto.

1.4. Estrutura do documento

O documento apresenta 5 capítulos:

Capítulo 1: Introdução ao projeto e caracterização do problema em estudo e objetivos a atingir no final do projeto.

Capítulo 2: Neste capítulo são apresentadas as temáticas relacionadas com o projeto e alguns exemplos práticos de outros autores, nomeadamente sobre a evolução dos sistemas de produção, a filosofia *Lean* e a Indústria 4.0.

Capítulo 3: Caso de estudo na empresa DS Smith Packaging Guilhabreu. Inicialmente é apresentada a empresa e o processo produtivo de cartão canelado, e seguidamente, é descrita a situação inicial dos indicadores em análise durante o projeto e os problemas e limitações encontrados.

Capítulo 4: Demonstração das melhorias implementadas durante o projeto e a análise da evolução dos indicadores definidos.

Capítulo 5: Neste capítulo é elaborada uma crítica breve sobre os resultados obtidos e uma comparação com o que era esperado atingir, assim como dificuldades e fatores que influenciaram o rumo do projeto. Adicionalmente são mencionadas competências adquiridas e perspetivas de trabalho futuro.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Evolução dos Sistemas de Produção

Os sistemas de produção foram evoluindo ao longo do tempo através de vários paradigmas. O principal impulso em todos os paradigmas de produção é melhorar as operações da empresa para torná-la mais rentável. Dito isto, é importante perceber que cada um dos paradigmas tem um objetivo primário para o qual funciona melhor (Nambiar, 2010).

Vários estudos discutiram o caminho evolutivo dos sistemas de produção sob diferentes perspectivas. Mourtzis & Doukas (2014) classificaram os sistemas cronologicamente como produção artesanal, produção americana, produção em massa, produção *Lean*, personalização em massa e produção global. Atualmente é nos três sistemas de produção cronologicamente mais recentes que as investigações focam as suas estratégias e métodos para gerir o desenvolvimento dos produtos, processos e produção.

Os mercados e as cadeias de abastecimento operam a um nível global e estão localizados em diversos pontos geográficos. Isto resulta numa maior concorrência entre empresas que disputam o que é muitas vezes interpretado como um objetivo ilusório - a satisfação do cliente. As empresas pretendem aumentar os seus lucros esforçando-se continuamente para oferecer aos seus clientes o que eles querem, quando querem e onde querem. Portanto, torna-se imperativo que as empresas forneçam produtos personalizados a preços de produção em massa, enquanto reduzem os prazos de entrega e aceleram os processos de desenvolvimento de produto (Nambiar, 2010).

A produção *Lean* é um sistema sociotécnico integrado, cujo principal objetivo é eliminar o desperdício e, simultaneamente, reduzir ou minimizar a variabilidade interna nas relações com o fornecedor e o cliente. Já a personalização em massa surgiu como um novo paradigma no final dos anos 80, a fim de responder aos requisitos de variedade de produtos solicitados pelos consumidores e aparece como uma alternativa para diferenciar as empresas que compõem um mercado segmentado e altamente competitivo. Este paradigma visa a produção de bens e serviços que atendem a especificações individuais de

clientes com volume de produção em massa e eficiência de custos (Mourtzis & Doukas, 2014).

Finalmente, a produção global visa a aquisição de produtos verdadeiramente exclusivos, através da forte integração do cliente no processo de *design*. Os clientes criam produtos inovadores e obtêm valor colaborando com os fabricantes e com outros consumidores. Esse processo de *co-design* é desencadeado por uma arquitetura de produto aberta, sistemas de produção por encomenda e um sistema *ciber*-físico, envolvendo a participação do cliente nos processos de *design*, simulação / certificação de produtos, produção, entrega e montagem que atendem rapidamente às necessidades e preferências do cliente (Hu, 2013).

A Figura 1 caracteriza os paradigmas de produção em relação à procura de mercado, complexidade do produto e flexibilidade do sistema:

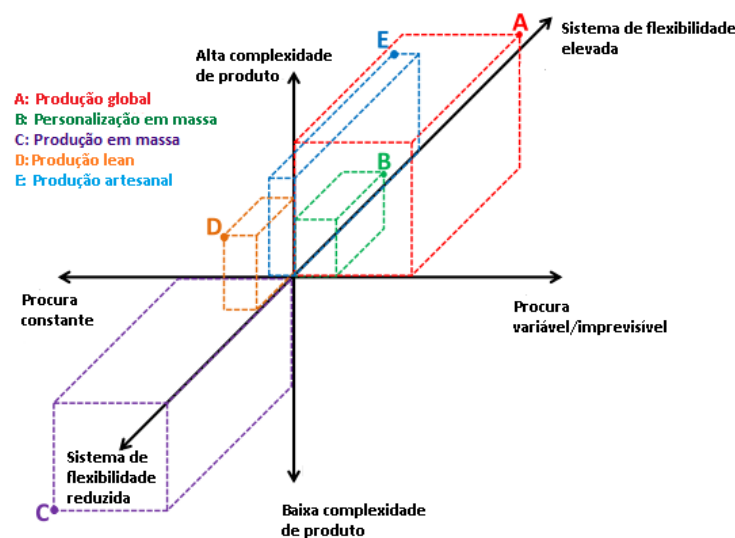


Figura 1: Caracterização dos paradigmas de produção (adaptado de Mourtzis & Doukas, 2014).

Ao estudar estas transições, é perceptível que os sistemas e tecnologias de fábrica estão a evoluir em duas direções. Em primeiro lugar, houve um aumento de versatilidade da variedade de produtos que se produziam. Isso resultou em numerosas inovações na produção, avanços na tecnologia de *design* e evolução nas técnicas de gestão. Em segundo

lugar, as empresas incorporaram nas suas fábricas ferramentas e técnicas auxiliares à produção (Mourtzis & Doukas, 2014).

Enquanto que os objetivos da produção *Lean*, personalização em massa e produção global podem ser resumidos como economia de escala, economia de escopo e diferenciação de valor, respetivamente, o papel do consumidor também se tornou mais ativo e em vez de se cingir apenas a comprar ou a escolher o produto, o consumidor pode participar na sua conceção ao nível do *design* (Hu, 2013).

2.2. *Lean*

2.2.1. A história do *Lean* e o conceito *Lean Thinking*

Numa tentativa de aumentar o lucro e minimizar os custos operacionais, a maioria das empresas reúne os seus esforços na implementação de técnicas para reduzir ou até mesmo eliminar a ocorrência de qualquer atividade que contribua como custo operacional, mas que não tenha valor acrescentado para o produto. Uma das formas viáveis de alcançar o objetivo é implementação de uma operação denominada *Lean*, que não só reduz os desperdícios, mas também aumenta a eficácia e eficiência de qualquer processo, tornando a operação mais sustentável (Losev, 2018).

O conceito *Lean* nasceu no Japão durante os anos 40 através do trabalho desenvolvido por Taiichi Ohno no sistema produtivo da Toyota, também conhecido como TPS (Toyota Production System). Taiichi Ohno reconheceu que o Japão era um país escasso em recursos naturais, o que tornava necessário importar grandes quantidades de materiais, incluindo alimentos. Isto representava uma desvantagem elevada em termos de custo de matérias-primas quando comparado aos países europeus e americanos.

Para ultrapassar esta desvantagem, era essencial que as indústrias japonesas definissem a sua estratégia através da produção de produtos de melhor qualidade com maior valor agregado e a um custo de produção ainda menor que os custos de produção dos outros países concorrentes (Sugimori, Kusunoki, Cho, & Uchikawa, 2007). Melton (2005) e Sugimori et al. (2007) referem que o TPS se baseava no desejo de produzir num fluxo contínuo que não dependesse de longos ciclos de produção para ser eficiente. Para

isso deveriam ser apenas utilizados o número mínimo de equipamentos, materiais e pessoas necessários para efetuar todo o processo.

É através do Pensamento *Lean* (conhecido em inglês como *Lean Thinking*) que é possível compreender os três princípios que sustentam a filosofia *Lean*: a identificação de valor, a eliminação de desperdício e a criação de um fluxo contínuo de valor para o consumidor final. Melton (2005) explica que o Pensamento *Lean* começa com o cliente e a definição de valor. Portanto, como o processo de fabrico é um meio para entregar valor (um produto) a um cliente, os princípios do Pensamento *Lean* devem ser aplicáveis às indústrias de processo e aos processos de fabrico integrados nessa indústria. Pode-se eliminar desperdícios desde as várias etapas dos processos produtivos, da área de desenvolvimento do produto inicial e *design* de processos, das ações que visam manter a conformidade na produção, até à projeção do *layout* e fluxo de processos de uma fábrica.

No entanto, para uma empresa ser denominada *Lean*, é necessário interligar todos estes elementos dentro de uma cadeia de abastecimento robusta e capaz de garantir o fluxo de valor. Melton (2005) afirma que apenas uma pequena fração do tempo e esforço total para processar um produto cria valor para o cliente final.

2.2.2. *Lean Manufacturing*

O *Lean Manufacturing* pode ser descrito como uma abordagem de produção multifacetada que compreende uma variedade de práticas industriais, direcionadas à identificação de processos de agregação de valor a partir da perspectiva do cliente e permitir o fluxo desses processos sob a atração do cliente pela organização (Sanders, Elangeswaran, & Wulfsberg, 2016). O impulso central do *Lean Manufacturing* é criar um fluxo simplificado de processos para criar os produtos acabados no nível exigido pelos clientes com pouco ou nenhum desperdício. Rachna Shah e Peter Ward realizaram um estudo em 2007, com abordagem em várias etapas, para identificar a estrutura dimensional do *Lean Manufacturing*. Após este estudo concluíram que existiam 10 fatores capazes de quantificar a definição conceptual do *Lean Manufacturing* (Sanders et al., 2016):

Feedback do fornecedor: Críticas e desempenho dos produtos e serviços recebidos dos clientes a serem periodicamente comunicados aos fornecedores, para transferência efetiva de informações.

Entrega just-in-time (JIT) pelos fornecedores: somente a quantidade necessária de produtos a serem entregues pelos fornecedores e quando os consumidores necessitam.

Desenvolvimento da relação com fornecedores: este desenvolvimento evitará inconsistências

ou incompatibilidade nos níveis de competência ao longo da relação negocial.

Envolvimento do cliente: os clientes são os principais impulsionadores do negócio, pelo que as suas necessidades e expectativas devem ser prioritárias para a organização.

Produção Pull: produz-se pela necessidade do sucessor, permitindo o fluxo de produção do antecessor. Este tipo de produção é feito através de um sistema *kanban* que deteta quando o sucessor no processo necessita de *stock* para prosseguir o fluxo de produção.

Fluxo contínuo: um fluxo simplificado de produtos com o mínimo de pausas deve ser estabelecido na fábrica.

Redução dos tempos de setup: o tempo necessário para adaptar recursos a variações de produtos deve ser mantido no mínimo possível.

Manutenção produtiva/preventiva total: a falha de máquinas e equipamentos deve ser evitada por procedimentos periódicos de manutenção eficazes.

Controlo estatístico do processo: a qualidade dos produtos é de primordial importância, pelo que nenhum defeito deve ser tolerável ao longo do processo.

Envolvimento dos funcionários: com motivação e direitos adequados, os funcionários devem ser formados para uma contribuição geral para a empresa.

Os ganhos obtidos com a implementação do *Lean manufacturing* são demonstrados em vários casos de estudo ao longo dos últimos anos: Joseph Chen, Ye Li e Brett Shady realizaram um estudo em 2010 e destacaram que a empresa não só aumentou a sua flexibilidade a nível produtivo, mas também se tornou mais competitiva no seu mercado; De 1968 a 1978, a produtividade das indústrias americanas aumentou cerca de 23,6%,

enquanto que as indústrias japonesas demonstraram um aumento de 89,10%, numa clara alusão à influência que a implementação da filosofia *Lean* teve nas indústrias do Japão (Drohomeretski, Gouvea Da Costa, Pinheiro De Lima, & Garbuió, 2014); Numa empresa que produzia peças para automóveis, Chauhan, Qureshi, Desai, & Trivedi (2015) realizaram um estudo numa das linhas de montagem da fábrica, nomeadamente de rolamentos. Após a utilização de ferramentas *Lean*, como o VSM (Value Stream Mapping), foi possível reduzir tempos de espera em 14%, reduzir o tempo de ciclo total em 25%, reduzir o número de peças em WIP para menos 600 unidades, reduzir os tempos de *setup* em 15% e retirar 3 operadores da linha de montagem.

Na Figura 2 estão representados os principais benefícios obtidos com a implementação do *Lean Manufacturing*:

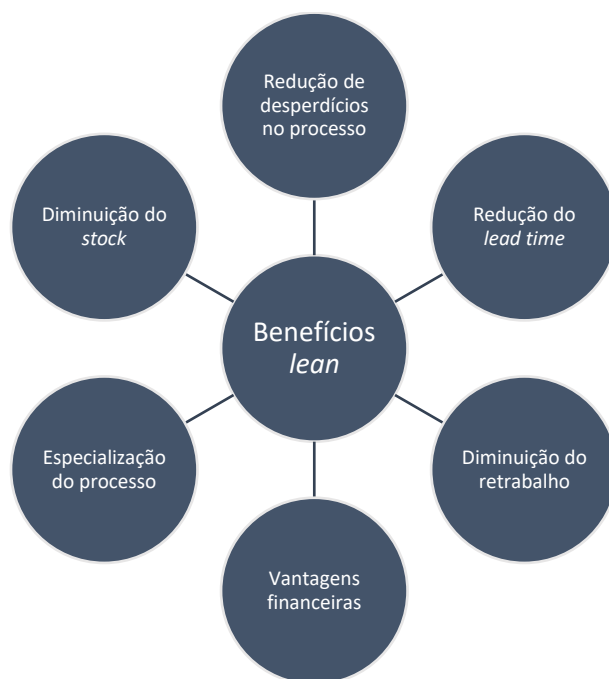


Figura 2: Benefícios da implementação do *Lean Manufacturing* (adaptado de Melton (2005)).

Contudo, a implementação da filosofia *Lean* num ambiente industrial não deve ser apenas sustentada ao nível operacional, mas, sim, na integração dos sistemas técnicos e sociais da organização. Trata-se, portanto de um processo contínuo de aperfeiçoamento

de competências, da qualificação da adequação do comportamento do indivíduo e de sua funcionalidade, que definem a excelência do como fazer. Tal processo assume a complexidade do sistema de variáveis que vão além do comportamento individual, associado às ações presentes na organização como um todo (Rosaly & Francisco, 2005).

2.2.3. Gestão de Desperdício

Num contexto de produção, existem três tipos de atividades relacionadas com o valor que irá desencadear no cliente (Figura 3). A primeira é a atividade de valor agregado, referente à transformação de bens e serviços para os clientes. A segunda é a atividade necessária sem valor agregado, relacionada com a atividade que tem de ser executada, mas que, inevitavelmente, cria desperdícios. A terceira é a atividade sem valor agregado, um tipo de atividade desnecessária no processo e que cria desperdícios e, como tal, deve ser eliminada o mais cedo possível (Losev, 2018).

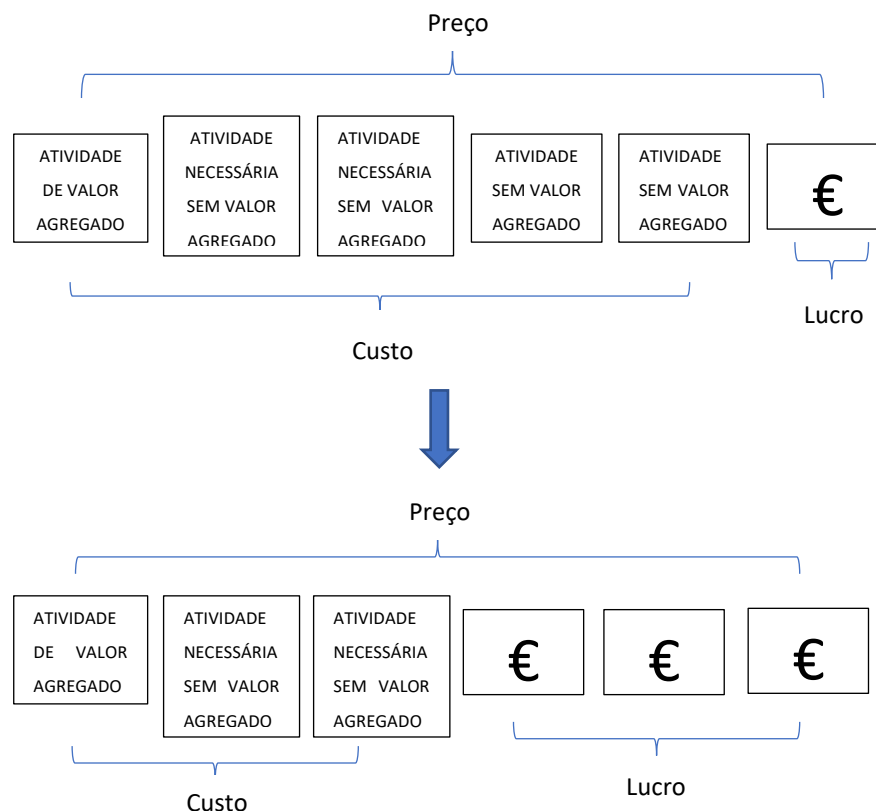


Figura 3: Transformação da Equação de Preço do Sistema de Produção Toyota (adaptado de Maldonado, Lopes, & De Monteiro, 2017).

A abordagem *Lean* permite minimizar a ocorrência de atividades sem valor agregado, aumentando a capacidade de descobrir os tipos de desperdício inerentes à operação. A ideia de implementar uma operação com estas características é apresentada por Taiichi Ohno no Sistema de Produção Toyota, que introduziu o conceito de Sete Desperdícios (Losev, 2018).

Segundo Fritze (2016) e Liker (2004), a Toyota identificou sete tipos de desperdício que não agregam valor nos processos de negócios ou de produção, descritos abaixo. Podem ser referentes às linhas de produção como ao desenvolvimento de produtos, ao planeamento de produção e logística:

Excesso de produção: é considerado como o pior de todos os tipos de desperdício. É a atividade de produzir uma quantidade de produtos superior ao realmente necessário (Fritze, 2016), o que leva à utilização desnecessária de recursos humanos, espaço de armazém, transporte de material e posteriormente excesso de *stock* (Liker, 2004). Além disso, o excesso de produção esconde outros problemas dentro do processo, porque torna impossível identificar outros problemas e defeitos que ocorreriam em circunstâncias normais de produção (Fritze, 2016).

Tempos de espera: geralmente a causa deste tipo de desperdício são processos mal balanceados. Isto significa que se um processo demora mais do que o próximo, os trabalhadores têm que esperar até que possam cumprir as suas tarefas. Assim, o desperdício de espera leva a atrasos em todo o processo de produção (Fritze, 2016). Rotura de *stocks*, atrasos no processamento de um determinado lote, inatividade de equipamentos por falta de recursos ou avaria e a capacidade de recursos gargalo são outras causas associadas a este desperdício (Liker, 2004). O tempo de espera pode ser usado para formação de colaboradores ou manutenção de equipamentos (Maldonado et al., 2017).

Transporte: normalmente ocorre enquanto o produto está em vias de fabrico (*WIP*). Durante este processo, os materiais e até mesmo o produto acabado necessitam de ser transportados para a zona de acabamentos ou zona de expedições, percorrendo longos caminhos (Fritze, 2016). Movimentos excessivos durante o transporte podem causar danos e deterioração de material, além do consumo de tempo extra dos colaboradores para

identificação e investigação dos impactos ao produto e definição de ações corretivas (Maldonado et al., 2017).

Processo: diz respeito à execução de atividades desnecessárias que não acrescentam valor ao produto final, como por exemplo, ferramentas, sistemas e processos inapropriados, e pelas quais o cliente não paga (Maldonado et al., 2017). Liker (2004) refere ainda que produzir produtos de maior qualidade do que o necessário é outra forma de gerar desperdício.

Excesso de *stock*: ter uma grande quantidade em *stock* de matérias-primas, produtos em vias de fabrico e produtos acabados pode ser bastante prejudicial ao negócio, uma vez que provoca aumentos nos tempos de produção (Fritze, 2016) e possibilidade de deterioração e/ou obsolescência de produtos, além de que representa dinheiro investido parado com consumo de espaço de armazém e custos com inventário (Maldonado et al., 2017). Fritze (2016) muito inventário também esconde problemas dentro do sistema como capacidade de produção desequilibrada, atrasos de entregas, capacidade de máquinas não utilizada e tempos longos de *setup*.

Movimentação: O desperdício de movimentação é observado quando há deslocação inútil de recursos e equipamentos na execução das atividades, ou seja, operações ineficientes (Maldonado et al., 2017).

Defeitos: correspondem aos produtos fora dos requisitos dos clientes e requerem correção ou reprodução. Este custo adicional propaga-se em todas as etapas de produção e resulta em desperdício do material utilizado, mão de obra e tempo e também retrabalho, podendo ainda prejudicar a imagem da empresa, casos os produtos defeituosos cheguem ao cliente final (Maldonado et al., 2017).

Liker (2004) refere como oitavo desperdício o não aproveitamento da criatividade dos funcionários devido à falta de disponibilidade de análise de propostas de melhoria, ideias ou aprendizagem de habilidades.

Em contrapartida, Losev (2018) explica que os 7 Desperdícios apresentados por Taiichi Ohno não conseguem capturar a ocorrência de desperdícios devido a questões comportamentais e ambientais. Além disso, a dimensão temporal relacionada com o

desperdício ocorrido na comunicação entre colaboradores não está incluída no Modelo de Ohno.

2.3. Indústria 4.0

2.3.1. O que representa e os seus conceitos

A Indústria 4.0 foi uma iniciativa criada pelo governo alemão em 2012 com o objetivo de manter uma forte competitividade nas indústrias de transformação alemãs (Yin, Stecke, & Li, 2018). Corresponde à quarta revolução industrial que aplica os princípios dos CPS (*Cyber Physical Systems*), Internet e tecnologias orientadas para o futuro e sistemas inteligentes com paradigmas aprimorados de interação homem-máquina. Isso permite identidade e comunicação para todas as entidades no fluxo de valor e leva à produção personalizada em massa ativada pelas TI (Tecnologias de Informação) (Sanders et al., 2016). Isto inclui sensores, IoT (*Internet of Things*), *metadata*, computação em nuvem, inteligência artificial, automação, robôs, CPS, impressão 3D e veículos elétricos (Yin et al., 2018).

A IoT permite interligar toda a unidade fabril para formar um ambiente inteligente. Máquinas inteligentes, sistemas de armazenamento e sistemas de produção desenvolvidos digitalmente permitem a integração completa de sistemas de informação e comunicação tanto na cadeia de abastecimento como na produção, *marketing*, expedição e serviços. Além disso também garante a criação de uma melhor cooperação entre funcionários e parceiros de negócios (Sanders et al., 2016).

De acordo com Rehse, Dadashnia, e Fettke (2018), a Indústria 4.0 é um termo que engloba os seguintes conceitos fundamentais:

Smart Factory: com a ajuda de sensores, atores, e técnicas de computação omnipresentes, as fábricas são capazes de controlar a sua própria produção e operar de forma autónoma.

Sistemas ciber-físicos (CPS): A representação física e digital de sistemas de produção e produtos está tão intimamente interligada que não pode ser diferenciada.

Auto-organização: a descentralização de sistemas leva a uma produção decomposta e auto-organizada.

Novos sistemas de distribuição e compras: processos entre a empresa e as organizações são altamente conectados e individualizados.

Novos sistemas no desenvolvimento de bens e serviços: os processos de desenvolvimento também são individualizados, utilizando novos conceitos de inovação.

Adaptação às necessidades humanas: novos sistemas são projetados de acordo com as necessidades humanas, e não vice-versa.

Responsabilidade social corporativa: a produção é cada vez mais influenciada pela sustentabilidade e eficiência dos recursos.

2.3.2. Integração do *Lean Manufacturing* com a Indústria 4.0

Embora os potenciais técnicos da digitalização industrial pareçam infinitos, também representam uma série de desafios para os *stakeholders* envolvidos na gestão de processos e da produção. Os processos de fabrico, em particular, precisam de mudar de uma maneira completamente diferente e nunca antes vista, permitindo uma produção automatizada de baixas quantidades de produtos com uma alta diversidade de especificações (Rehse et al., 2018). Essa flexibilidade leva a novos requisitos para a gestão da fábrica em geral e para o planeamento e controlo da produção em particular. Planejar e modelar o produto e os seus processos de produção de maneira integrada com graus de liberdade suficientes é crucial para definir como os sistemas comunicam e compartilham informações para a criação de valor (Rehse et al., 2018).

A capacidade de fabricar produtos individuais e personalizados é a chave para o sucesso num mundo globalizado e conectado digitalmente. Os clientes estão acostumados a receber mercadorias especificamente ajustadas para as suas necessidades e, como tal, essas altas expectativas dos clientes levam a um aumento na diversidade de variantes e intensificam a complexidade do ambiente de produção (Mayr, Franke, & Weigelt, 2018). Esta necessidade deu origem ao conceito de automação *Lean*, onde tecnologias robóticas e de automação são implementadas de forma a alcançar o *Lean Manufacturing* (Sanders et al., 2016). Num estudo realizado em 2016, Sanders et al. (2016) enumeraram as

vantagens que as tecnologias da Indústria 4.0 poderiam oferecer para o desenvolvimento das 10 dimensões do *Lean Manufacturing*:

Feedback do fornecedor: através da sincronização de dados e de novos mecanismos de comunicação, como os serviços em nuvem, é possível obter feedback imediato e automático aos fornecedores, para superar burocracias e canais de comunicação inadequados.

Entrega JIT (*Just In Time*) pelos fornecedores: a identificação de itens de forma a serem rastreados por um serviço *wireless*, assim como a realocação inteligente de pedidos surgem como tecnologias que permitem a entrega JIT de mercadorias pelos fornecedores.

Desenvolvimento da relação com fornecedores: por meio de organizações virtuais e interfaces padronizadas, os fornecedores ficam sintonizados com os fabricantes e com novas necessidades.

Envolvimento do cliente: A integração de diferentes sistemas, como sistemas de execução de fabrico ou aplicativos B2C (*Business to Consumer*), fornecem um sistema para que os clientes sejam mantidos informados sobre o estado real de produção e a conclusão esperada do pedido.

Produção Pull: o fluxo geral de produção é moldado num sistema *pull* através da monitorização automática da reposição de material através de sensores, rastreamento por calendarização e um sistema *kanban*.

Fluxo contínuo: com um sistema de rastreamento de inventário em tempo real, subcontratação e tomada de decisão descentralizada torna-se alcançável a otimização do fluxo contínuo na linha de produção.

Redução dos tempos de *setup*: os tempos de *setup* são substancialmente reduzidos, uma vez que as máquinas são equipadas com sistemas de auto-otimização e sistemas de comunicação peça-máquina.

Manutenção produtiva/preventiva total: sistemas de interação homem-máquina, a avaliação de sistemas de auto-manutenção e o sistema de controlo preditivo da manutenção melhoram notavelmente a manutenção produtiva e preventiva total da fábrica.

Controle estatístico do processo: o desenvolvimento tecnológico das interfaces homem-máquina e peça-máquina e a integração e gestão de processos garantem que produtos sem defeitos sejam produzidos e vendidos aos clientes.

Envolvimento dos funcionários: a implementação de dispositivos de feedback inteligentes e sistemas de suporte ao trabalhador facilitam o envolvimento dos funcionários na organização.

A revisão dos conceitos principais que englobam os sistemas de produção atuais, a filosofia *Lean* e a importância da gestão de desperdício facilitou a definição da abordagem a ser tomada neste projeto, permitindo uma melhor compreensão sobre os problemas encontrados e providenciando uma orientação ajustada das propostas de melhoria ao cenário atual da fábrica.

3. CASO DE ESTUDO: SITUAÇÃO INICIAL

3.1. Apresentação da Empresa

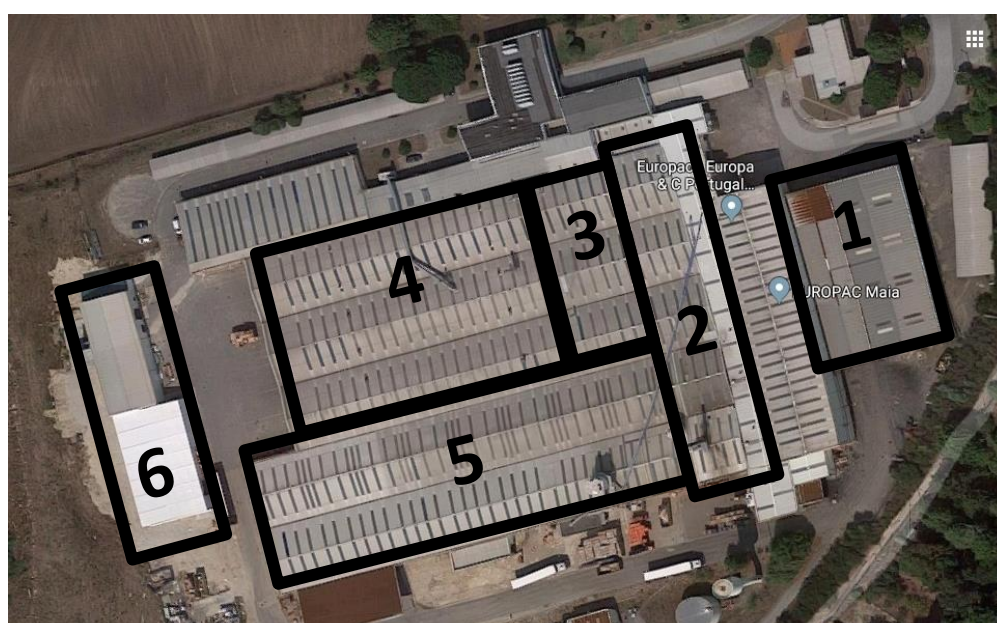
A DS Smith é uma empresa líder na Europa na produção de papel reciclado, no fabrico de embalagens de plástico e cartão canelado, e é especializada num *design* de embalagens avançadas.

Com uma gama de produtos que inclui embalagens de transporte, embalagens de consumo, expositores e embalagens promocionais, embalagens de proteção e embalagens industriais, a DS Smith responde a cada uma das exigências do mercado. Atualmente opera em 37 países, emprega à volta de 31.000 pessoas e como resultados anuais (abril 2018 até abril 2019) apresentou 6,96 mil milhões de euros em receitas, com um lucro operativo um pouco acima dos 700 milhões de euros. Em Portugal a empresa apresenta onze unidades fabris: sete pertencem ao setor Embalagem, três pertencem ao setor Reciclagem e uma pertence ao setor Papel.

A DS Smith Packaging Guilhabreu dedica-se à produção de pranchas de cartão canelado que, posteriormente, ou são vendidas diretamente a empresas de cartonagem, ou são transformadas em embalagens de cartão canelado para serem vendidas (Figura 4). Além destas atividades a DS Smith Packaging Guilhabreu desenvolveu um projeto inovador, iniciado em 2017 e denominado por *Paper Pallets*, que envolve a produção de paletes em cartão canelado e que está alocado a um dos armazéns da fábrica (Figura 5).



Figura 4: Lado direito – Logo da empresa; Lado esquerdo – Embalagens de cartão produzidas na fábrica.



Legenda:

1 – Armazém de Bobines de Papel / 2 – Caneladora / 3 – Armazém WIP /
4 – Zona de Transformação /
5 – Armazém de Expedições / 6 – Armazém *Paper Pallets*

Figura 5: Vista aérea da fábrica (foto tirada por Google Maps).

3.2. Processo produtivo das pranchas de cartão canelado

A Caneladora é a máquina responsável pela produção de pranchas de cartão canelado e é considerada a mais importante a operar, uma vez que representa o “coração” da fábrica (Figura 6). Com 100 metros de comprimento, esta máquina é controlada por cinco operadores (operadores das máquinas SF (Simples Face) Fino e Largo, operador da Coladeira, chefe de máquina e operador de saída) com o auxílio de dois empilhadoristas encarregues de efetuar as cargas e descargas de material da máquina. A Caneladora é constituída por 3 máquinas SF (SF1 e SF2 – Largo; SF3 – Largo) que constituem a zona da máquina onde se produz os simples faces (dois grupos empalmadores em cada), uma Coladeira (1 grupo empalmador), uma Mesa de Secagem, uma Cortadora Simples, uma Cortadora Vincadora, uma Cortadora Dupla, duas Zonas de Saída (inferior e superior), um Paletizador e um Transportador de paletes com armazém de paletes incorporado, no final da linha de saída. No entanto o SF1 raramente é utilizado devido à escassa produção de cartão triplo e à obsolescência da máquina.

Recentemente a empresa investiu numa segunda linha de saída para pranchas de embalagem de forma a que estas fossem transportadas diretamente para o armazém de expedições, rentabilizando assim a ocupação de espaço no armazém do WIP.

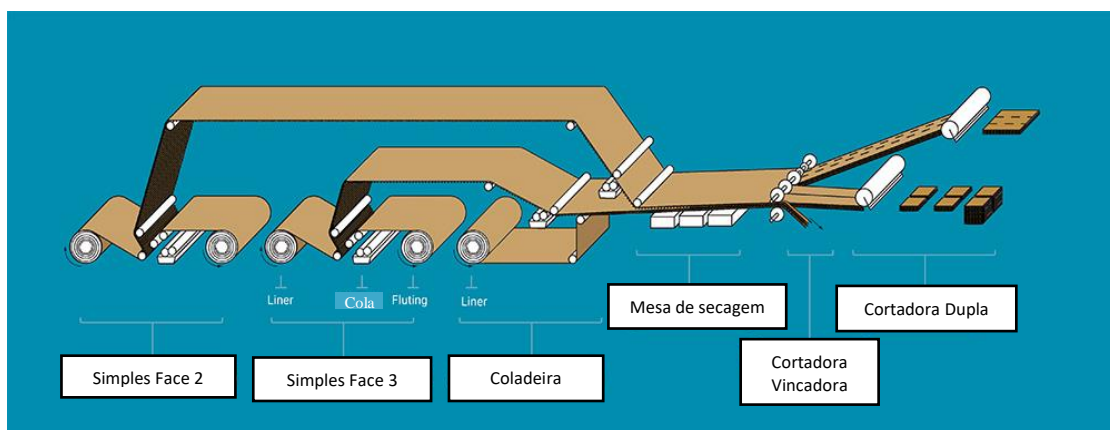


Figura 6: Esquema da Caneladora (adaptado de FEFCO).

No processo da Caneladora são utilizadas duas nomenclaturas para a função do papel: *fluting* e *liner*. O *fluting* representa a camada de papel ondulada e o *liner* as camadas de papel que ficam em baixo e no topo do *fluting*. Na Tabela 1 são descritos os tipos de papel utilizados pela DS Smith Packaging Guilhabreu e as características que os definem:

Tabela 1: Tipos e características do papel.

Função do papel	Tipos de Papel	Características
Liner	<i>Kraft</i>	é um papel feito principalmente de fibras virgens, caracterizado pela sua alta resistência à tração, rutura e humidade. Essas qualidades refletem-se num papel ideal para o fabrico de embalagens com estruturas mais complexas que exigem maior resistência.
	<i>TestLiner</i>	é um papel composto por uma mistura de fibras virgens e fibras recicladas em que a camada superior é caracterizada por uma cobertura de fibras brancas ou castanhas. A sua resistência à humidade e rutura são menores que o papel <i>kraft</i> e variam conforme a quantidade de fibras virgens existentes na sua composição.
	Estocado	é um <i>testliner</i> especial que apresenta um revestimento composto por componentes minerais e orgânicos com a finalidade de proteger as fibras, criar uma superfície mais lisa e absorver menos tinta. Assim a impressão fica superficial e confere um efeito mais brilhante, ideal para impressões de alta qualidade.
	Reciclado	é um papel composto exclusivamente por fibras recicladas e, como tal, apresenta fraca resistência à humidade e rutura.
Fluting	Semi-Químico	é um papel composto por 80% de fibras de madeira folhosa e 20% de fibras de madeira resinosa sendo que é produzido através de um processo semi-químico. A sua resistência à humidade e rutura são intermédias.
	Reciclado	é um papel composto exclusivamente por fibras recicladas e, como tal, apresenta fraca resistência à humidade e rutura.

O cartão canelado é produzido em vários formatos e caneluras. O mais comum é o cartão simples que é composto pela junção de um simples face (*liner* interior e *fluting*) com um *liner* exterior (Figura 7).

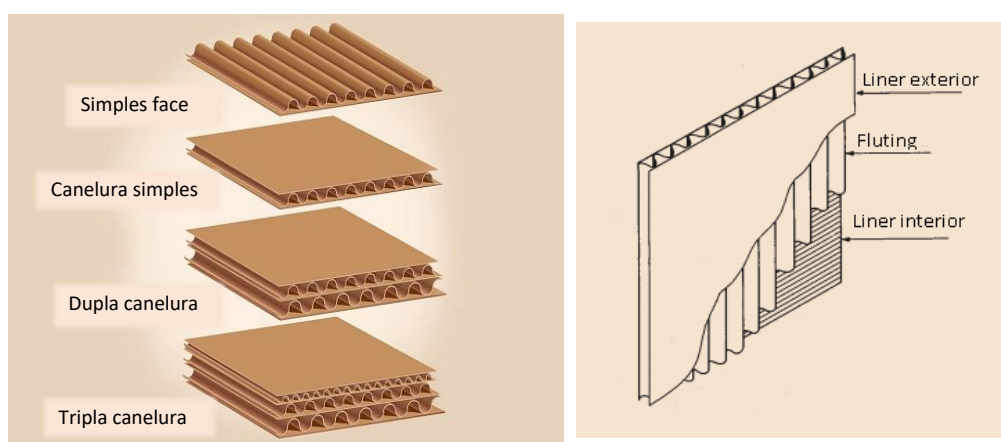


Figura 7: Lado esquerdo - Níveis de canelura. Lado direito - Composição do cartão canelado (adaptado de Kline, 1991).

Atualmente a DS Smith Guilhabreu produz cartão simples com as caneluras E (micro), P, B (fino) e C (largo). Na Tabela 2 estão referenciados os intervalos de espessuras e de amplitudes de onda do *fluting* para cada tipo de canelura. A junção de dois ou três simples face com um *liner* exterior dá origem aos denominados, cartão duplo e cartão triplo, respetivamente (Figura 7). Este tipo de cartão apresenta maior robustez e resistência tanto à humidade como ao contacto, o que o torna ideal para embalagens de transporte de objetos pesados ou de valor. Nestes casos a fábrica apenas opera com as caneluras EP, BC e CA para cartão duplo e BCA para cartão triplo.

Tabela 2: Tipos de canelura.

Tipo de canelura	Espessura do cartão (mm)	Amplitude de onda do <i>fluting</i> (mm)
E	1,50	3,70
P	2,20	6,0
B	2,90	6,70
C	3,50	7,50

O início do processo dá-se nas máquinas SF da Caneladora com a introdução das bobines de papel referentes ao programa a executar. As bobines são introduzidas no grupo empalmador que suportam duas bobines, de forma a manter a produção contínua sempre

que seja necessário trocar os papéis para executar os programas através de empalmes (Figura 8).

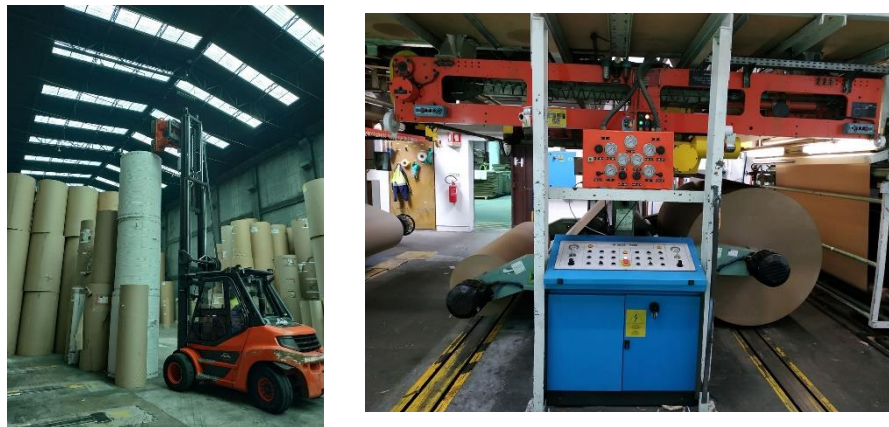


Figura 8: Lado esquerdo - Recolha da bobine pelo empilhador. Lado direito - Grupo empalmador da máquina Simples Face.

Os papéis são encaminhados para a máquina SF onde primeiramente são aquecidos através do abraçamento nos rolos de pré-aquecimento para facilitar o seu manuseamento. O papel *fluting* passa entre os rolos de canelar (cassetes) para adquirir a forma ondular e seguidamente é aplicada cola nas cristas das ondas do papel para permitir a junção do *fluting* ao *liner* interior e assim ser formado o simples face. Este é encaminhado para a ponte da Caneladora onde é transportado até à Coladeira lentamente para arrefecer e garantir uma boa adesão da cola. Na Coladeira ocorre a união do(s) simples face(s) com o *liner* exterior e seguidamente passam pela mesa de secagem transportados por uma manta sintética (Figura 9).

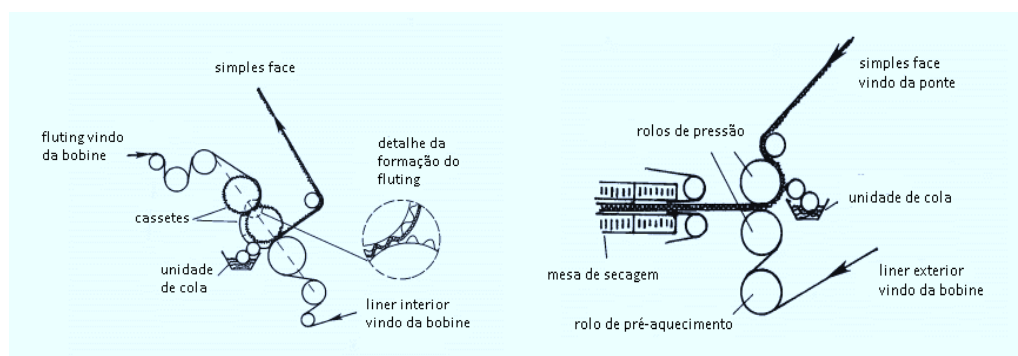


Figura 9: Representação do processo produtivo nas máquinas Simples Face (esquerda) e na Coladeira (direita) (adaptado de Kline, 1991).

A mesa de secagem é composta por placas de aquecimento com três zonas de diferentes temperaturas ao longo do seu comprimento de forma a que o ponto de gel da cola seja atingido e que o cartão liberte a humidade excessiva acumulada. À saída da mesa de secagem encontra-se a Cortadora Simples que possui uma lâmina transversal responsável por cortar os metros iniciais de cartão de cada programa (considerado como desperdício), isto é, quando há mudanças de enquadramento dos papéis, das larguras da placa ou das caneluras. Também é utilizada para cortar os metros iniciais de cartão produzido após uma paragem de máquina por este ter sido submetido a temperaturas mais elevadas e, por conseguinte, perder as características que definem um cartão com a qualidade desejada.

As placas de cartão com as dimensões desejadas são formadas na Cortadora Vincadora e na Cortadora Dupla, por esta ordem (Figura 10). A primeira cortadora efetua cortes longitudinais para definir a largura das placas e aparar o *trim* (desperdício na forma de aparas laterais) e, no caso de ser um programa com dois *outs*, separar as placas de cartão. A segunda cortadora efetua os cortes transversais que definem o comprimento das placas e possui duas lâminas, uma para cada saída. Caso o programa seja de apenas um *out*, as placas são movimentadas pela Saída Superior.

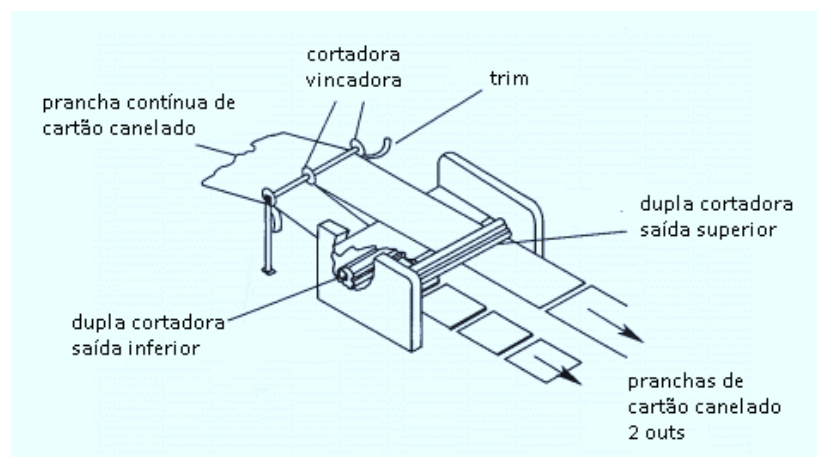


Figura 10: Formação de pranchas de cartão canelado a 2 outs com diferentes medidas (adaptado de Kline, 1991).

Seguidamente, as placas são empilhadas nas saídas da Caneladora e, através de um tapete de rolos, são transportadas até ao Paletizador para serem colocadas em cima de

uma ou mais paletes, consoante o seu tamanho. Também é comum ocorrer a colocação de mais do que uma pilha de placas de cartão na mesma paleta. A movimentação das paletes até ao Paletizador é garantida por um Transportador de Paletes automático que é previamente programado pelo operador de Saída (Figura 11). No caso de se tratar de uma encomenda em que as pranchas de cartão canelado representam o produto final, estas são movimentadas por uma linha de tapetes que interliga a saída da Caneladora com o Paletizador alocado na entrada do armazém de expedições.

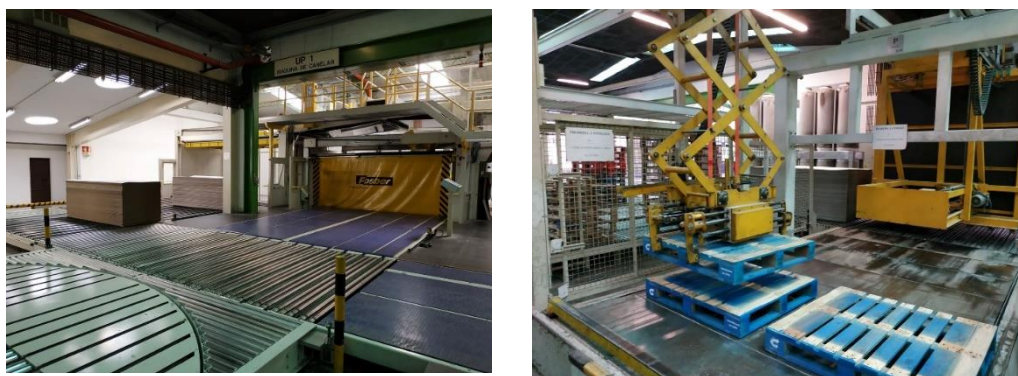


Figura 11: Lado esquerdo - Saída da Caneladora. Lado direito - Paletizador com o Transportador de Paletes e armazém de paletes incorporado.

Após a paletização, o operador de saída coloca a etiqueta de identificação na pilha (palete ou conjunto de paletes com uma ou mais estivas de cartão) onde estão descritos o nº encomenda, o tipo de cartão, o cliente, as dimensões da placa, a data e hora de produção e o nº da máquina de transformação que prossegue o processo, caso seja o caso (Figura 12). Por fim, o empilhadorista de descarga retira a pilha do tapete de rolos e coloca-a no armazém do WIP.



Figura 12: Pilha com etiqueta de identificação.

3.2.1. Matérias-Primas

Segundo as previsões para os próximos anos, o mercado mundial de embalagens irá desenvolver de forma muito dinâmica. Atualmente, a embalagem cumpre diversas funções, como armazenamento e proteção contra poluição ou danos, transporte, distribuição e publicidade de produtos. Uma pesquisa efetuada por uma empresa de consultoria internacional, Smithers Pira, mostra que, até 2020, o setor mundial de embalagens crescerá 3,5% ao ano, podendo atingir a marca de 1 bilhão de dólares nesse ano.

O papel, o cartão e o plástico surgem como os principais materiais usados em embalagens na Europa, representando 80% da cota do mercado europeu, como se pode observar no Gráfico 1 (Ociepka-kubicka, 2018).

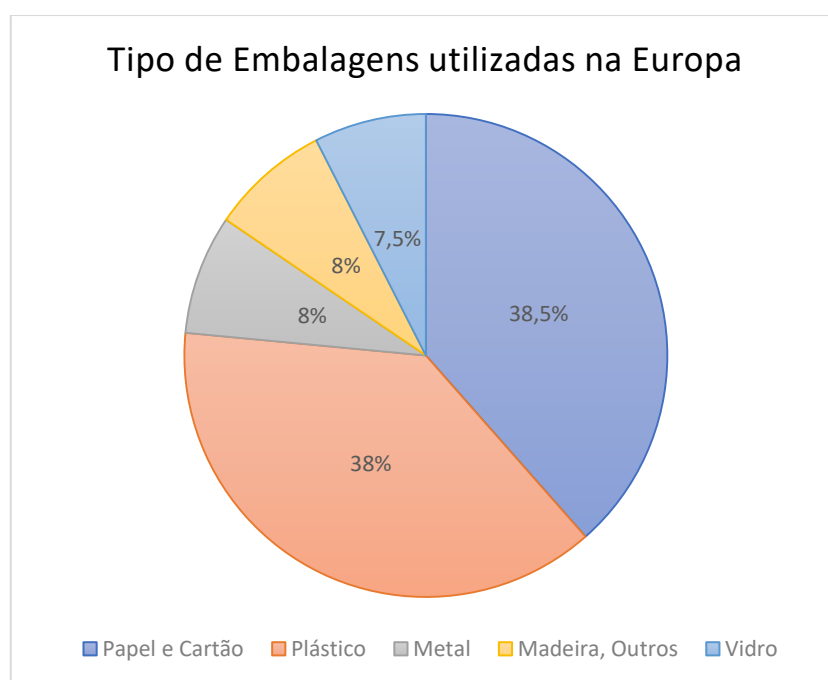


Gráfico 1: Gráfico circular sobre os principais materiais usados no setor de embalagem (adaptado de Ociepka-Kubicka, 2018).

O papel, constituído por fibras de madeira, é a matéria-prima principal neste processo e é adquirido em bobines de aproximadamente 2 toneladas, sendo que cerca de 60% do papel consumido na fábrica é proveniente de fábricas de papel da DS Smith.

Atualmente a DS Smith Packaging Guilhabreu opera com cinco larguras de bobine diferentes: 2500 mm, 2350 mm, 2200 mm, 2000 mm e 1800 mm.

O adesivo constituinte da cola utilizada no processo é um amido granular não gelatinizado (amido de milho) que, através de um veículo líquido (água) e por aplicação de calor, sofre uma alteração no seu estágio (gelatinização) de forma a adquirir as propriedades aglutinantes desejadas (Krayenhagen & Hoffmann, 1997). Além destas propriedades a mistura de cola contém boráx e soda cáustica para aumentar a sua viscosidade, controlar a estabilidade das propriedades durante o armazenamento e o ponto de gel.

A percentagem de sólidos contidos na mistura da cola é um fator determinante na temperatura a atingir o ponto de gel e na viscosidade. Na DS Smith Guilhabreu a mistura da cola é feita internamente numa zona denominada “Cozinha da Cola” que possui tanques de armazenamento para o bórax, soda cáustica e para a mistura de cola. São produzidos dois tipos de cola destinados às máquinas dos Simples Face e Coladeira, respetivamente, sendo o primeiro característico por apresentar maior viscosidade.

3.3. Caracterização da situação inicial

A DS Smith Packaging Guilhabreu apresentou prejuízo nos seus resultados anuais e, como tal, a direção responsável pela unidade fabril decidiu adotar uma estratégia focada em três vetores principais:

- Qualidade
- Nível de serviço
- Redução de desperdícios na produção

O projeto relativo a este caso de estudo incidiu no último ponto, teve lugar na área da Produção e teve como indicador principal a percentagem de desperdício produzido pela fábrica. O desperdício é medido em toneladas e registado num ficheiro Excel, onde é decomposto pelas várias ações que o produzem (Figura 13). Através da análise do ficheiro de desperdício dos meses de setembro a novembro foi possível concluir que a maior concentração de desperdício se encontrava entre a saída da Caneladora e a entrada das máquinas da Transformação.

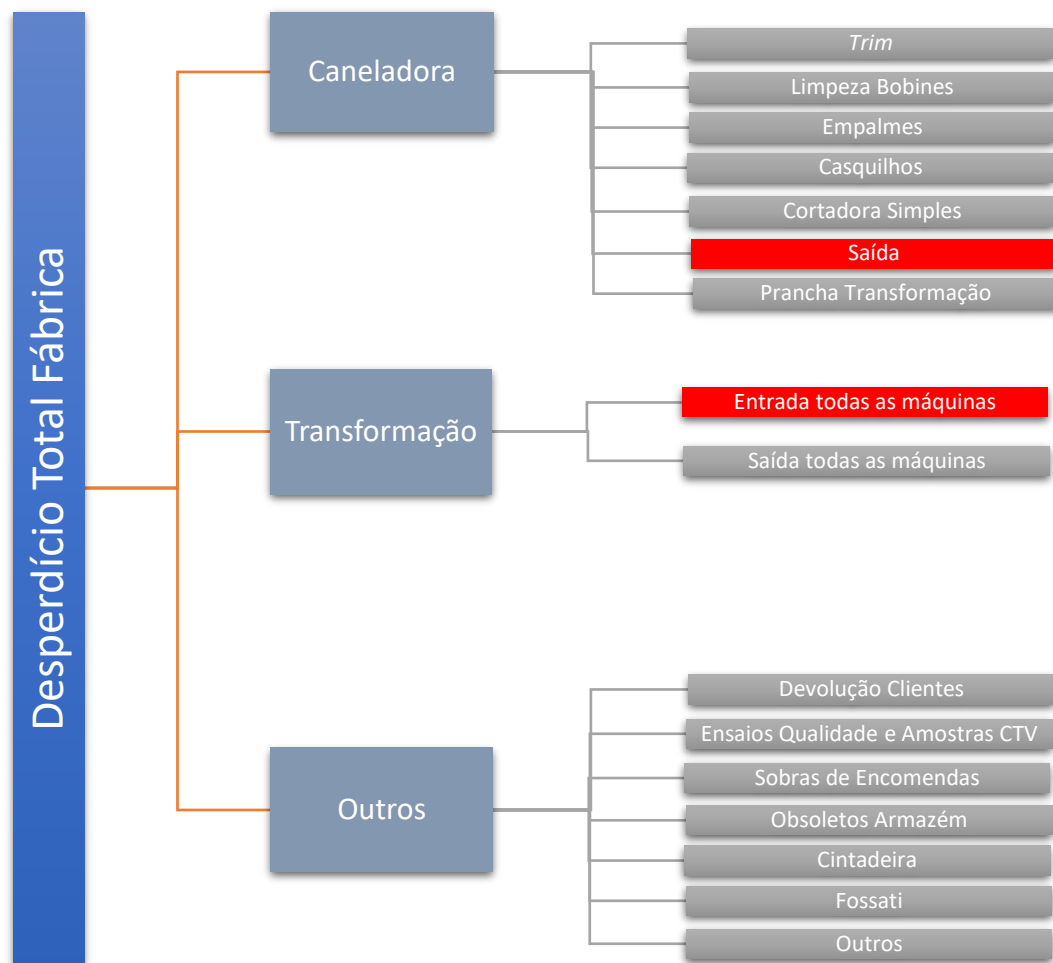


Figura 13: Tipos de desperdício da DS Smith Packaging Guilhabreu.

A variável de desperdício da Caneladora que apresenta o maior potencial de melhoria é a da “Saída” pois representa, a par das variáveis “Cortadora Simples” e “Prancha de Transformação”, um valor que varia consoante a qualidade de produção e como esta é efetuada. A variável “Saída” é calculada através do peso em toneladas de: i) placas que saem da Caneladora e apresentam uma ou mais não conformidades; ii) placas manobradas pelo chefe de máquina para controlo de qualidade do cartão ao longo da produção; iii) placas danificadas durante a paletização.

O desperdício à entrada das máquinas de Transformação é calculado através do peso das placas não conformes que não foram detetadas pelo operador de saída da Caneladora nem pelo chefe de máquina, placas danificadas durante o transporte das pilhas de cartão no WIP e placas danificadas pelo alimentador das máquinas de Transformação.

O Gráfico 2 demonstra os valores de desperdício, entre setembro e novembro, das duas variáveis em estudo, do total da Caneladora e do total da fábrica:

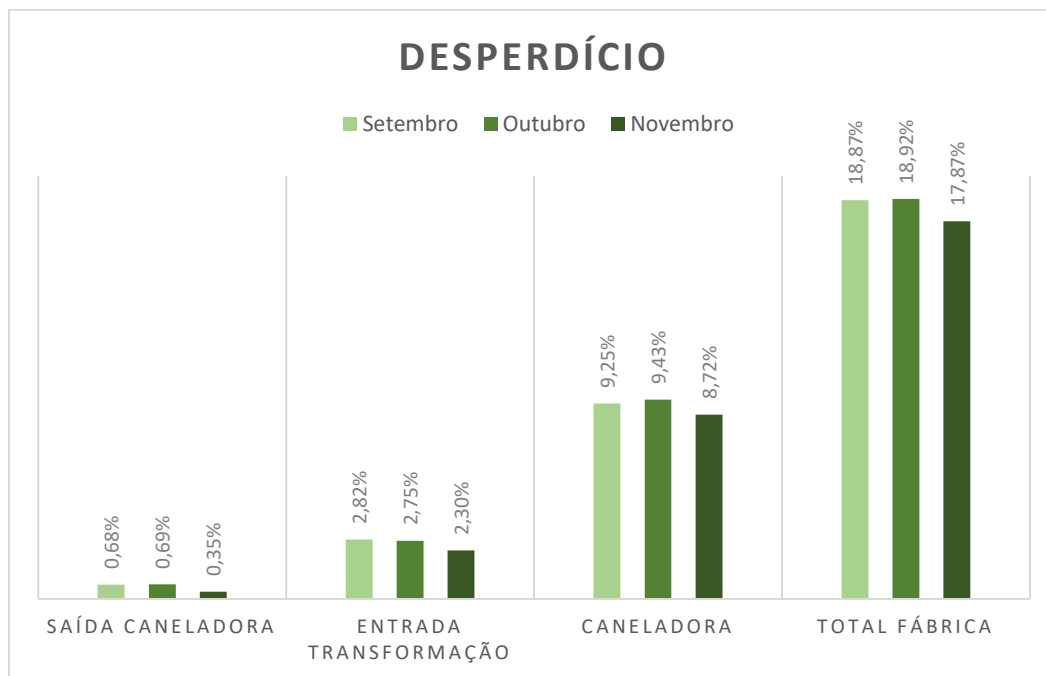


Gráfico 2: Desperdício nos meses de setembro a novembro.

Com vista à redução do desperdício das duas variáveis mencionadas, foram definidos pela empresa os seguintes objetivos (Tabela 3):

Tabela 3: Objetivos do projeto.

% desperdício saída Caneladora:	1,50%
% desperdício entrada das máquinas transformação:	1,50%
% desperdício Caneladora	9%
% desperdício Fábrica	17%

O estudo incidiu sobre três problemas ligados ao desperdício e que influenciam diretamente os valores das variáveis em estudo e, como tal, é subdividido em três partes:

Parte 1: Filtragem do cartão à saída da Caneladora

Parte 2: Produção dos tipos de cartão BC24T0F e BC25V0F

Parte 3: Redefinição da paletização no armazém WIP

3.3.1. Parte 1: Filtragem do cartão à saída da Caneladora

A Caneladora é uma máquina de produção contínua que depende de vários fatores que influenciam a sua variabilidade de produção e, consequentemente, a qualidade final do cartão produzido. Por ser um processo de fluxo contínuo e de velocidade elevada, é crucial que a equipa de operadores apresente o mínimo de tempo de reação possível quando ocorrem falhas. A Caneladora opera 16 horas por dia a dois turnos, sendo que as equipas de cada turno são fixas. Após a análise do funcionamento da Caneladora foi possível constatar as principais causas que provocam a produção de cartão não conforme (Figura 14):

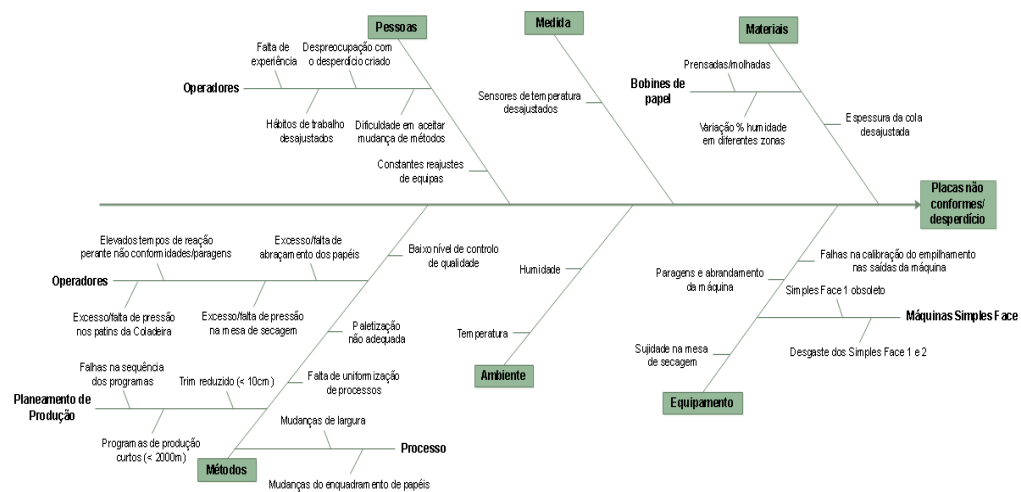


Figura 14: Diagrama Ishikawa relativo a placas não conformes/desperdício.

Existem vários tipos de não conformidades na produção do cartão tais como: empeno (ou *warp*), má adesão da cola entre os *liners* e o *fluting*, aparagem mal efetuada, excesso/falta de humidade, dimensões erradas, composição de papéis errada, etc.

O Departamento de Qualidade da fábrica tem definida uma tolerância máxima de 6% para o grau de empeno do cartão após ser produzido pela Caneladora. O controlo de

qualidade das placas de cartão está encarregue ao chefe de máquina e ao operador de Saída.

O chefe de máquina consegue visualizar o estado das placas na fase de cortes e empilhamento através da recolha de amostras de cartão ao longo da produção (obrigatório em mudanças de composição de cartão) e através de câmaras instaladas na máquina, em diversos ângulos. Adicionalmente é ele o responsável pelo controlo dos parâmetros da máquina e pelos ajustes a serem feitos ao longo da produção. O operador de saída faz o controlo de qualidade através do manuseamento das placas ou de modo visual quando efetua a paletização. No entanto, tanto o chefe de máquina como o operador de saída não efetuam nenhum método para calcular o grau de empeno das placas, pelo que a avaliação é feita visualmente e com base na perceção pessoal.

No caso de captar uma não conformidade, o operador de saída comunica com o chefe de máquina através de *headsets* via rádio para informar sobre os parâmetros a serem corrigidos e, ao mesmo tempo, procede ao preenchimento de uma etiqueta amarela, onde assinala o(s) tipo(s) de não conformidade que estão listados. Após o preenchimento o operador coloca a etiqueta na pilha, de forma a esta ser identificada mais tarde pelos operadores de transformação. O mesmo acontece caso ocorra uma paragem não programada ou um abrandamento súbito da máquina, pois pode causar alterações físicas (geralmente empeno) ao cartão que está a ser produzido. Se se verificar que toda a pilha apresenta um estado de não conformidade, o operador preenche uma etiqueta vermelha que identifica o desperdício (Figura 15).

As pilhas assinaladas com etiqueta vermelha são transportadas para o Destroçador, uma máquina trituradora que desintegra o cartão e o processa em fardos que, posteriormente, são transportados e tratados por uma empresa de tratamento de resíduos subcontratada pela empresa. Já as pilhas assinaladas com etiqueta amarela são apenas avaliadas à entrada das máquinas de transformação.

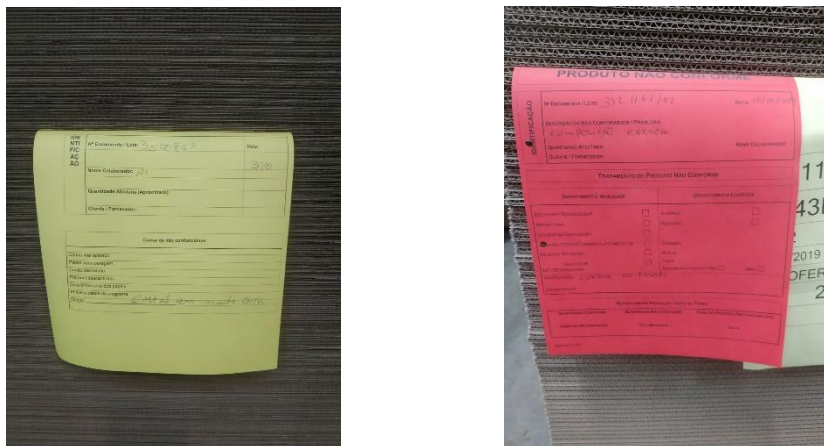


Figura 15: Lado direito – Pilha com etiqueta amarela; Lado esquerdo – Pilha com etiqueta vermelha.

Em situações de produção mais elevada, o operador de saída ignora alguns controlos de qualidade de forma a conseguir acompanhar o ritmo do fluxo produtivo da Caneladora, o que pode desencadear a passagem de placas não conformes sem etiqueta amarela para o armazém WIP. Outra situação bastante ocorrente é o mau funcionamento do Transportador de paletes que, devido a falhas no sistema elétrico, torna necessário o rearme demorado do equipamento. Desta forma, o operador de saída vê-se obrigado a colocar manualmente as paletes no Paletizador, uma atividade que requer mais tempo, exige um esforço físico continuado do operador de saída e atrasa o fluxo do processo, levando por vezes à paragem da Caneladora por entupimento da linha de saída. Ao realizar esta atividade excedentária, o operador de saída não consegue efetuar o controlo de qualidade às placas produzidas. Apesar do equipamento já ter sido alvo de várias intervenções por parte da equipa de Manutenção, esta nunca foi capaz de resolver o problema em definitivo.

De maneira a precaver erros na produção e na transformação do cartão, a empresa adotou uma regra de produzir 10% placas excedentárias por encomenda e, por essa razão, as pilhas identificadas com etiqueta amarela são carregadas em último lugar nas máquinas de transformação. Os operadores avaliam essas pilhas conforme a não conformidade e separam as placas não conformes para uma paleta referente ao produto não conforme (desperdício). Isto implica a paragem da máquina de transformação e a perda de tempo

numa atividade sem valor agregado e, em certas situações, a encomenda não é finalizada por falta de placas de cartão.

Quando as placas não conformes não são identificadas ou segregadas pelos operadores da Caneladora e da Transformação, estas provocam paragens não programadas nas máquinas de transformação e, em certos casos, é necessário proceder à abertura das máquinas para retirar cartão danificado. No Gráfico 3 estão representadas as paragens não programadas na Transformação devido à qualidade das placas, entre setembro e novembro de 2018:

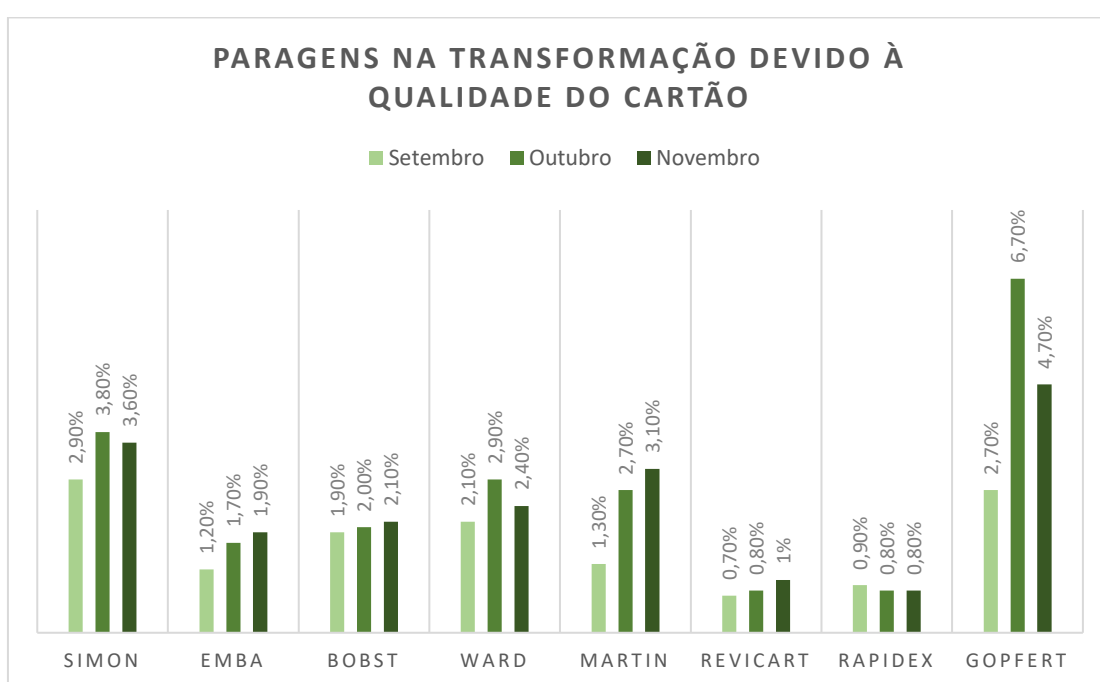


Gráfico 3: Paragens na transformação devido a não conformidades presentes no cartão.

A observação do Gráfico 3 permite concluir que as máquinas mais afetadas pela filtragem ineficiente de cartão à saída da Caneladora são a Simon e a Gopfert. Os valores representados no gráfico são referentes à percentagem de horas de abertura de máquina em que ocorreram paragens devido a não conformidades presentes nas placas de cartão proveniente da Caneladora.

Após a análise do fluxo do processo desde a Caneladora até à entrada das máquinas de Transformação, é notório que a segregação de cartão não conforme não é eficaz e carece de um método e ferramentas auxiliares para tal. Além disso os operadores

não apresentam níveis de preocupação sobre o desperdício produzido e o impacto que o controlo de qualidade pode ter nas seguintes etapas do processo.

3.3.2. Parte 2: Produção dos tipos de cartão BC24T0F e BC25V0F

Parâmetros e *software* utilizado na Caneladora

O *software* que controla os parâmetros da Caneladora é denominado por *software* E+L. Este *software* permite que o chefe de máquina, através de uma interface tátil presente na mesa de controlo, nas máquinas SF2 e SF3 e na Coladeira, realize ajustes nos parâmetros que influenciam a produção do cartão, nomeadamente as percentagens de abraçamento do papel nos rolos de pré-aquecimento (influenciam as temperaturas e humidade dos papéis), a espessura de cola (influencia a humidade e adesão dos papéis), a velocidade da máquina (influencia as temperaturas, humidade e adesão dos papéis) e as pressões na mesa de secagem (influenciam a humidade do cartão e o ponto de gel da cola). Estes parâmetros estão pré-definidos para cada tipo de cartão, mas, devido a flutuações na produção e condições ambientais, torna-se necessário o ajuste destes por parte do chefe de máquina.

Adicionalmente o *software* E+L indica as temperaturas dos papéis nas máquinas SF e na Coladeira, através de sensores instalados nestas máquinas, e indica os metros de papel por gastar nas bobines carregadas nos grupos empalmadores, como forma de gestão visual dinâmica para os operadores dos SF. No entanto, a Caneladora é a máquina que mais problemas mecânicos apresenta na fábrica e a que mais intervenções solicita ao Departamento de Manutenção. É uma máquina com muitos anos de desgaste e que apresenta alguns sistemas mecânicos obsoletos como por exemplo o sistema semiautomático de carga de bobines. Devido à falta de limpeza nos sensores de temperatura, estes indicam temperaturas no *software* E+L que não correspondem às temperaturas reais, prejudicando o controlo da variação de temperaturas ao longo da produção.

Metodologia do controle de qualidade

A sustentabilidade e a inovação são duas das características mais importantes na filosofia da DS Smith. Como tal, os departamentos da Produção, Qualidade e Comercial trabalham diariamente em conjunto com o objetivo de proporcionar aos clientes novas soluções de baixo custo, alto desempenho e de uma forma sustentável para o ambiente. No final de 2018, por motivos comerciais, foram desenvolvidos dois tipos de cartão de papel reciclável e de baixa gramagem, BC24T0F e BC25V0F, de forma a empresa obter soluções de custo reduzido para um cliente específico. Atualmente representam os tipos de cartão com características mais fracas, uma vez que a sua composição contempla papéis reciclados e de baixa gramagem, oferecendo menos resistência à água, humidade e rutura. Após a realização de encomendas nos primeiros meses foram rececionadas NCEs (Não Conformidades Externas), referindo como principais problemas a fraca resistência das caixas de cartão ao empilhamento e o comportamento “quebradiço” do cartão ao ser desdobrado para montagem da caixa, associado à falta de humidade presente na sua composição.

O Departamento de Qualidade realiza diariamente testes de qualidade e *performance* ao cartão produzido na fábrica. A resistência à compressão de uma caixa de cartão canelado é uma medida direta da resistência ao empilhamento de embalagens de cartão, mas, como as propriedades de suporte de carga de uma caixa são de importância decisiva nas condições modernas de transporte, também se pode dizer que a resistência à compressão constitui uma medida geral do potencial de desempenho de uma embalagem de cartão canelado. A resistência à compressão é medida de acordo com um método de teste padronizado e é geralmente designada como valor de BCT (*Box Compression Test*). No entanto, a veracidade deste método apresenta algumas limitações, pois as caixas submetidas ao teste BCT têm de apresentar as mesmas medidas internas e o mesmo formato. Assim sendo, o método escolhido para avaliar a qualidade do cartão produzido foi o teste ECT (*Edge Crush Test*).

Ensaio de controlo de qualidade: Método ECT

O teste ECT, de acordo com a norma DIN EN ISO 3037 ou TAPPI T 811, fornece informações sobre a resistência do cartão canelado com o sentido de canelura orientado na vertical. É um teste de pressão de carga, de cima para baixo, que é realizado em amostras de cartão de dimensões 10cm de largura por 2,5cm de comprimento. A força e a tensão são registadas continuamente até que ocorra uma falha de compressão. É importante que a aplicação da força na amostra seja exatamente perpendicular. O teste é realizado numa atmosfera controlada, a 23 °C de temperatura ambiente e com 50% de humidade relativa. O valor obtido permite calcular a força teórica de compressão de uma caixa (valor teórico BCT), mesmo antes de esta caixa ser produzida.

Na Tabela 4 estão expostos os valores obtidos nos testes ECT efetuados aos dois tipos de cartão em análise:

Tabela 4: Testes ECT efetuados aos cartões BC24T0F e BC25V0F.

Teste ECT BC24T0F (kN/m)			
Valor tabelado	Média de valores obtidos	Desvio padrão	Nº amostra
6,0	6,29	0,48	10
Teste ECT BC25V0F (kN/m)			
Valor tabelado	Média de valores obtidos	Desvio padrão	Nº amostra
6,5	6,85	0,39	12

Apesar dos testes ECT revelarem que os valores obtidos estão ligeiramente acima dos valores mínimos tabelados, é importante realçar que estes dois tipos de cartão foram desenvolvidos num passado recente e, como tal, os valores atualmente tabelados correspondem apenas a uma aproximação teórica. À medida que o Departamento de Qualidade vai adquirindo mais amostras, os valores tabelados podem sofrer alterações, caso seja necessário, de forma a salvaguardar a qualidade pretendida.

Metodologia de registo de temperaturas

Com base nesta situação, foi realizada uma reunião entre as equipas da Caneladora, o coordenador da Caneladora, o Diretor de Produção e a Diretora de Qualidade com o objetivo de apurar as principais causas que estariam a prejudicar a qualidade do cartão. Com base na experiência dos intervenientes foi possível concluir que a principal razão seria as elevadas temperaturas a que o papel era sujeito durante o processo na máquina SF2, uma vez que o simples face interior (SF fino) era o que apresentava maior facilidade de rompimento. No entanto, foi decidido que a avaliação do processo deveria ser feita nas duas máquinas SF e na Coladeira de forma a corrigir pequenas variações de temperatura em todo o segmento do processo até à união de todos os papéis constituintes dos cartões em análise. Para tal foram realizadas medições de temperaturas em vários pontos, durante a execução de programas com os tipos de cartão BC24T0F e BC25V0F, com o objetivo de identificar qual ou quais as zonas que estariam em situação de temperatura diferente do predefinido na produção destes dois tipos de cartão (Ver Anexo III). Uma vez que os sensores de temperatura não estavam a funcionar corretamente, as medições foram realizadas com uma pistola de infravermelhos.

As Figuras 16 e 17 representam os pontos das máquinas onde foram efetuados os registos de temperatura:

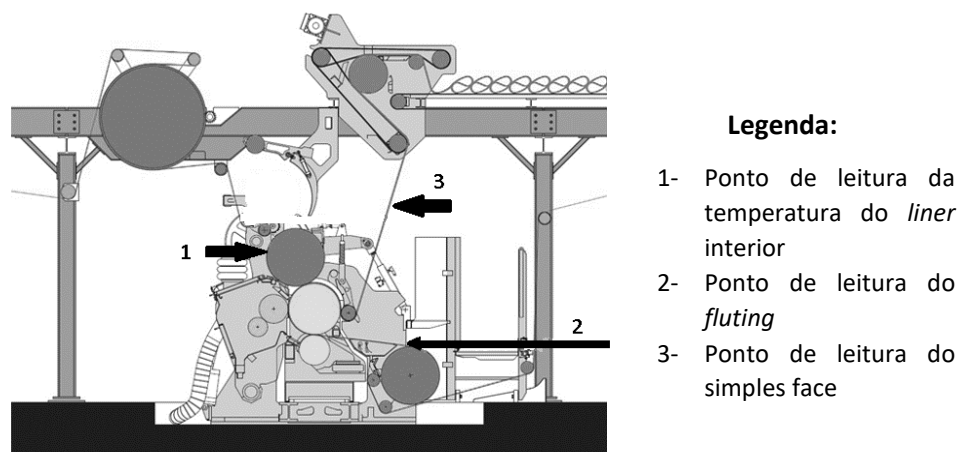
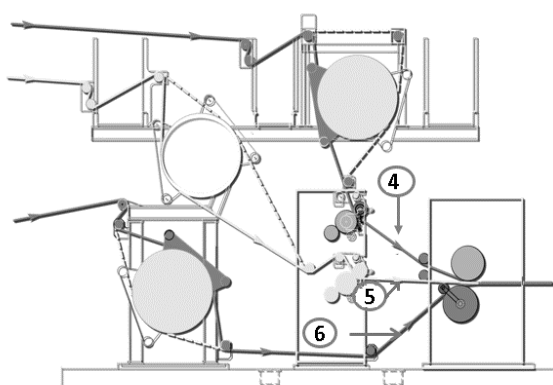


Figura 16: Pontos de leitura na máquina Simples Face.

Uma vez que o SF2 e o SF3 apenas diferem nas cassetes que formam o *fluting*, os pontos de leitura são iguais. Em cada ponto de leitura são efetuadas duas medições, uma no LT (Lado de Transmissão) e outra no LO (Lado do Operador), uma vez que as condições ambientais dos dois lados diferem ligeiramente. A leitura de temperaturas do *liner* interior e do *fluting* é feita após os rolos de pré-aquecimento pois a temperatura depende da percentagem de abraçamento dos papéis. Por limitações de espaço dentro da máquina a leitura de temperaturas do simples face é feita pelo lado do *fluting*.



Legenda:

- 4- Ponto de leitura da temperatura do simples face do SF2
- 5- Ponto de leitura da temperatura do simples face do SF3
- 6- Ponto de leitura da temperatura do *liner*

Figura 17: Pontos de leitura na Coladeira.

Foram também definidos os intervalos de temperaturas ideais, em cada ponto de leitura, aquando da produção dos dois tipos de cartão em estudo (Tabela 5):

Tabela 5: Temperaturas ideais na produção de cartão BC24T0F e BC25V0F.

Temperaturas ideais (°C)					
Máquinas Simples Face			Coladeira		
<i>Liner</i>	<i>Fluting</i>	Simples Face	Simples Face Largo	Simples Face Fino	<i>Liner exterior</i>
70-80	60-70	85-95	65-75	65-75	55-65

O número de amostras conseguido durante a fase de registo de temperaturas é limitado devido ao facto dos dois tipos de cartão BC24T0F e BC25V0F serem produzidos em programas com duração inferior a 15 minutos e a sua periodicidade ser apenas uma vez por semana. Para esse registo foram criados documentos em suporte de papel onde estão

referenciados os pontos de leitura de temperaturas, numa representação esquemática das máquinas, e representada uma tabela de registo de temperaturas.

Os resultados obtidos estão representados nas Tabelas 6 e 7. A verde correspondem os valores que estão dentro do intervalo de temperaturas ideais, a amarelo os valores superiores/inferiores até 5°C dos limites e a vermelho os restantes.

Tabela 6: Registo de temperaturas na produção de BC24T0F.

Temperaturas na Produção do BC24T0F											
Máquina do Largo (SF2)											
Liner				Fluting				Simples Face			
LT		LO		LT		LO		LT		LO	
Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
78,37	4,22	77,27	3,60	64,93	4,75	65,92	5,21	89,50	6,32	88,57	5,55
Máquina do Fino (SF3)											
Liner				Fluting				Simples Face			
LT		LO		LT		LO		LT		LO	
Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
97,82	5,82	96,77	5,71	57,42	3,69	58,55	4,89	101,57	5,97	100,83	6,19
Coladeira											
Simples Face Largo				Simples Face Fino				Liner Exterior			
LT		LO		LT		LO		LT		LO	
Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
72,22	3,95	71,80	3,68	78,78	4,32	78,12	4,10	63,78	3,73	68,77	3,24

Tabela 7: Registo de temperaturas na produção de BC25V0F.

Temperaturas na Produção do BC25V0F											
Máquina do Largo (SF2)											
Liner				Fluting				Simples Face			
LT		LO		LT		LO		LT		LO	
Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
67,33	3,98	66,14	4,55	57,94	4,61	58,67	4,56	89,13	4,44	89,48	4,54
Máquina do Fino (SF3)											
Liner				Fluting				Simples Face			
LT		LO		LT		LO		LT		LO	
Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
94,28	4,88	94,68	5,00	59,94	3,90	58,59	4,02	97,86	3,71	98,16	3,56
Coladeira											
Simples Face Largo				Simples Face Fino				Liner Exterior			
LT		LO		LT		LO		LT		LO	
Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
72,03	4,03	73,08	3,95	76,33	3,20	75,60	2,66	55,69	3,40	59,67	3,93

Após a recolha das temperaturas procedeu-se à análise dos resultados obtidos e confirmou-se que, de facto, os papéis provenientes da máquina do fino eram submetidos a temperaturas mais elevadas que o previsto, nomeadamente no *liner*. Consequentemente os valores de temperatura do simples face fino na Coladeira também foram ligeiramente superiores. Por outro lado, a máquina do largo apresentou valores dentro dos intervalos ideais na produção do BC24T0F e ligeiramente inferiores na produção do BC25V0F.

3.3.3. Parte 3: Redefinição da paletização no armazém WIP

Armazém WIP

O armazém WIP é a zona da fábrica onde são armazenadas as pilhas de cartão provenientes da Caneladora (Figura 18). O armazém está organizado por zonas em forma de matriz, sendo o eixo horizontal representado por letras em ordem alfabética e o eixo vertical representado por números em ordem crescente. As zonas estão identificadas através da marcação de linhas amarelas no chão do armazém. Em cada zona é possível armazenar até três pilhas ao nível do chão, dependendo do tamanho da paletização, e até três níveis de altura. Existe ainda um espaço adjacente denominado por Zona de Sobras onde são armazenadas placas que sobraram de encomendas finalizadas e que poderão ser transformadas mais tarde, com a entrada de novas encomendas com o mesmo tipo de cartão e medidas enquadráveis.



Figura 18: Armazém WIP.

Tipos de paletes e regras de paletização

A DS Smith Packaging Guilhabreu trabalha com duas medidas de paletes, 800x1200 e 1000x1200, e colabora com dois fornecedores. Nas figuras 19 e 20 estão representados os tipos de palete utilizados no armazém WIP, acompanhadas por uma breve descrição das suas características:



Figura 19: Lado esquerdo - Palete standard 1200x800; Lado direito – Palete standard 1200x1000.

As paletes *standard* são as mais utilizadas no fluxo do processo de armazenagem de cartão e representam cerca de 80% do *stock* de paletes. São paletes reutilizadas de resistência razoável, baixo custo e pouca durabilidade, e têm a particularidade de serem abertas pelo lado da largura. As paletes abertas, quando viradas ao contrário, possibilitam que o empilhador consiga carregar a(s) pilha(s) de cartão sem necessitar de carregar a palete.



Figura 20: Palete CHEP.

As paletes CHEP caracterizam-se por serem paletes mais robustas e mais pesadas do que as paletes *standard*. Geralmente utilizadas para armazenagem de placas de cartão de canelura E, são capazes de suportar pesos elevados graças à sua forte resistência estrutural e apresentam um ciclo de vida longo. Por serem paletes customizadas são adquiridas a um preço bastante superior às paletes *standard*.

A Figura 21 representa o esquema de paletização utilizado na fábrica e os códigos de paletização associados às posições das paletes, onde cada retângulo representa uma paleta:

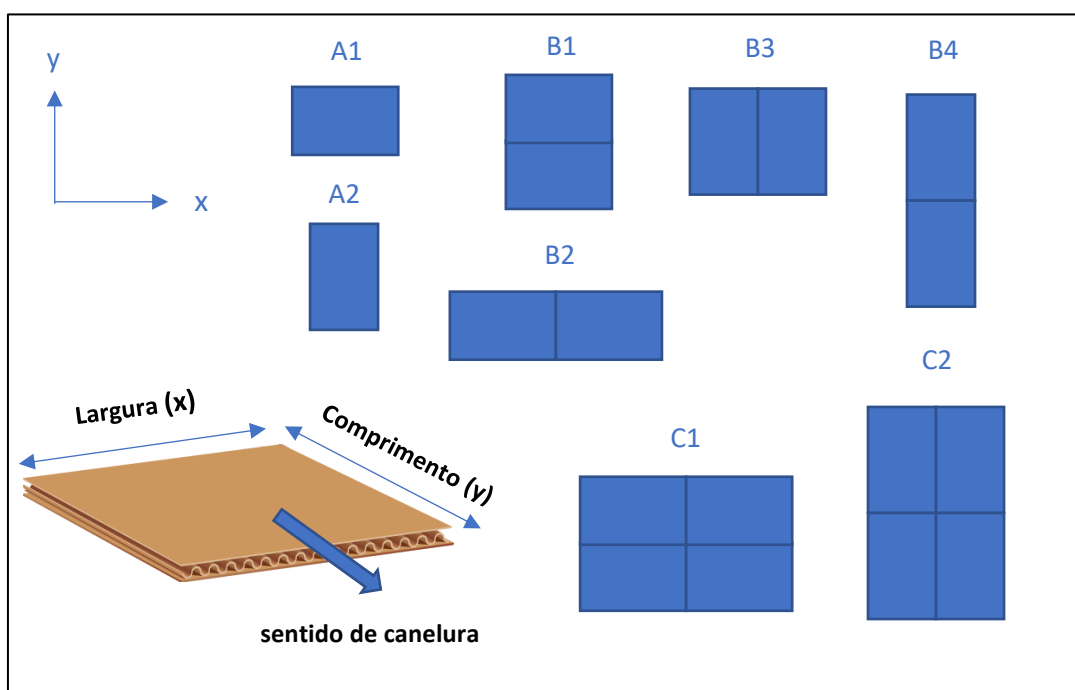


Figura 21: Esquemas de paletização utilizados no WIP.

As regras de paletização utilizadas na DS Smith Packaging Guilhabreu no WIP estão definidas na Tabela 8. O esquema de paletização é atribuído consoante o comprimento e largura das placas, assim como a posição das paletes.

Tabela 8: Regras de paletização WIP.

Medidas comprimento placa (mm)	Medidas largura placa (mm)	Tamanho de palete (comprimento x largura)	Posição	Paletização
600-749	270-1549	1200x800	normal	A1
	1550-2400	1200x800		B2
750-949	270-1549	1200x800	invertida	A1
	1550-2400			B2
950-1149	270-1200	1200x1000	invertida	A1
	1200-2400			B2
1150-1549	270-949	1200x800	normal	A2
	950-1549	1200x1000		A2
	1550-1899	1200x800		B3
	1900-2400	1200x1000		B3
1550-1949	270-1549	1200x800	invertida	B1
	1600-2400			C1
1950-2349	270-1549	1200x1000	invertida	B1
	1600-2400			C1
2350-2900	270-949	1200x800	normal	B4
	950-1299	1200x1000		B4
	1300-1899	1200x800		C2
	1900-2400	1200x1000		C2

O responsável pela organização do armazém WIP e pelo transporte das placas de cartão, desde a saída da Caneladora até ao armazém, é o empilhadorista do WIP. As paletes são organizadas por encomenda e a sua disposição no armazém é feita, sempre que possível, nas zonas mais próximas da máquina de transformação que se segue no processo. As placas de cartão devem permanecer em repouso no armazém WIP pelo menos 24 horas depois de serem produzidas, visto que o seu arrefecimento confere maior estabilidade ao cartão antes de ser transformado. No entanto, são várias as ocasiões em que esta norma não é cumprida devido aos prazos estabelecidos pelo planeamento de produção para finalização de encomenda.

O transporte das placas de cartão desde o armazém até à área da transformação é realizado por dois empilhadoristas da transformação. Além disso são eles quem colocam o cartão na entrada das máquinas de transformação, sendo que as pilhas são carregadas sem a paleta.

Problemas e limitações identificados

O armazém WIP faz parte de uma das zonas com maior potencial de melhoria e redução de desperdício da fábrica. Relativamente à armazenagem do cartão por transformar, a fábrica não possui nenhum método de localização de paletes e, como tal, é frequente ocorrer paragens na transformação do cartão porque o empilhadorista não consegue encontrar a totalidade das placas de uma determinada encomenda. Devido ao espaço reduzido do armazém, as pilhas de cartão podem ser empilhadas até três níveis de altura, o que por vezes provoca a danificação das primeiras placas que se encontram abaixo das paletes da pilha do nível superior.

Relativamente à paletização, verificou-se que ocorrem situações em que as placas de cartão ultrapassam as extremidades das paletes, ou seja, não é garantido um suporte de apoio que abranja a totalidade da superfície do cartão. Isto resulta numa pressão exercida pelo peso das placas nas suas extremidades, e que poderá originar empeno durante a estabilização do cartão no armazém WIP (Figura 22).



Figura 22: Exemplos de paletização mal calibrada.

Este tipo de problema está relacionado com o facto de a empresa trabalhar com paletes de apenas duas dimensões diferentes e ocorre apenas pelo lado do comprimento da placa. A Figura 23 demonstra, através das regras de paletização atual, os intervalos de

dimensões de comprimento (em milímetros) que cumprem os requisitos (verde) e os intervalos que ultrapassam os limites da paleta (vermelho), consoante a paletização:

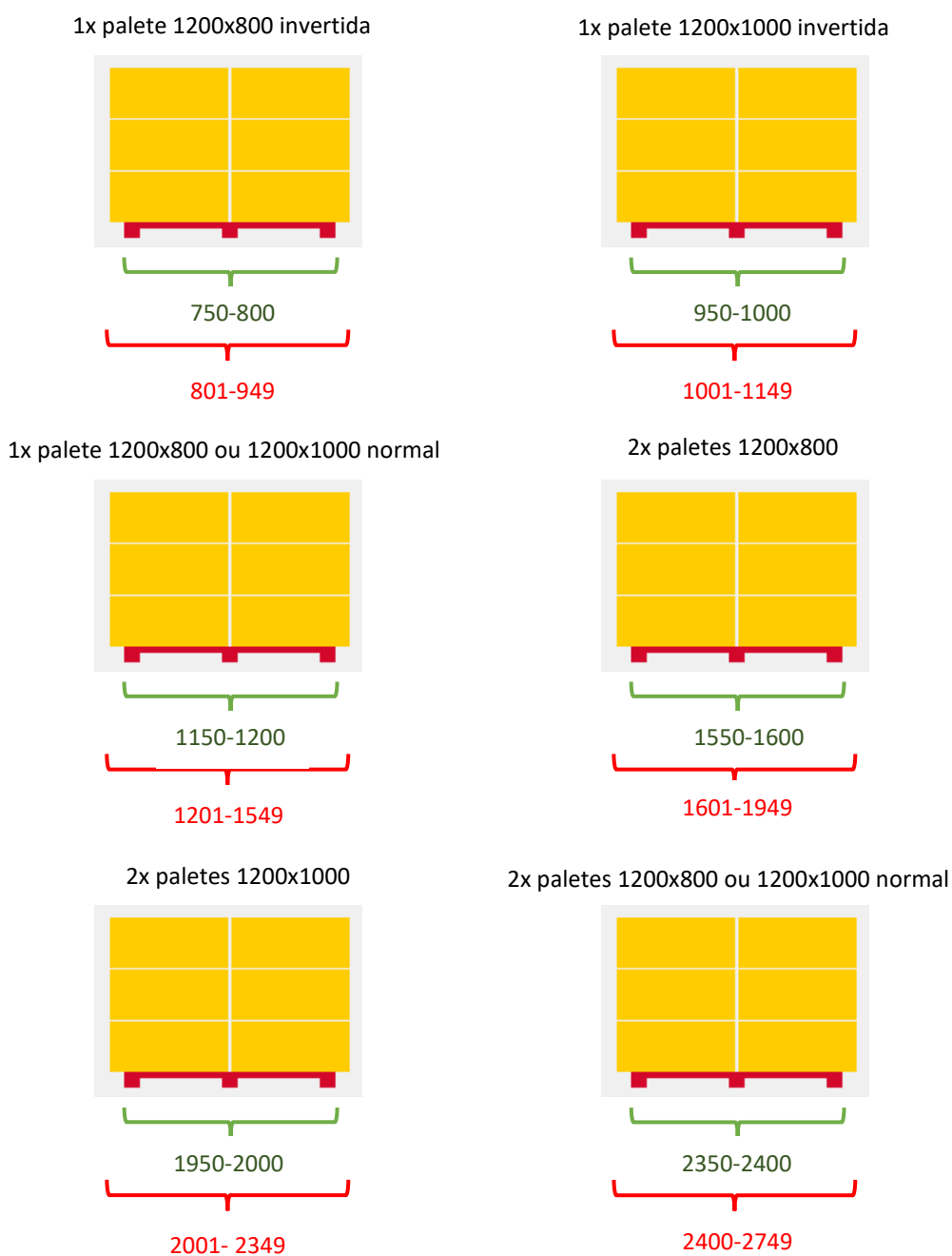


Figura 23: Intervalos de comprimento que ultrapassam/não ultrapassam os limites da paleta.

Ao fazer esta análise é possível constatar que na maioria dos casos o empilhamento ultrapassa o limite da paletização, sendo o máximo de 17,5cm para cada extremidade. No

caso da paletização das placas com comprimento entre 1950-2349 (em mm), o empilhador efetua o transporte das pilhas com duas paletes invertidas 1200x1000, ou seja, a entrada dos garfos do empilhador é feita obrigatoriamente pelo lado do comprimento da paleta (lado fechado da paleta). Nesta situação, o empilhadorista tem dificuldade em carregar as paletes quando se tratam de placas com comprimento superior a 2200mm, uma vez que as placas ultrapassam o limite de paletização e impedem que os garfos do empilhador engatem com mais profundidade, perdendo a capacidade de suporte suficiente para a paleta mais distante (situação 1 da Figura 24).

Para comprimentos de placa superiores a 2349mm esta situação não ocorre, uma vez que a paletização é composta por duas paletes normais 1200x800 ou 1200x1000 (dependendo da largura da placa), permitindo ao empilhadorista carregar as paletes pelo lado da largura (situação 2 da Figura 24).

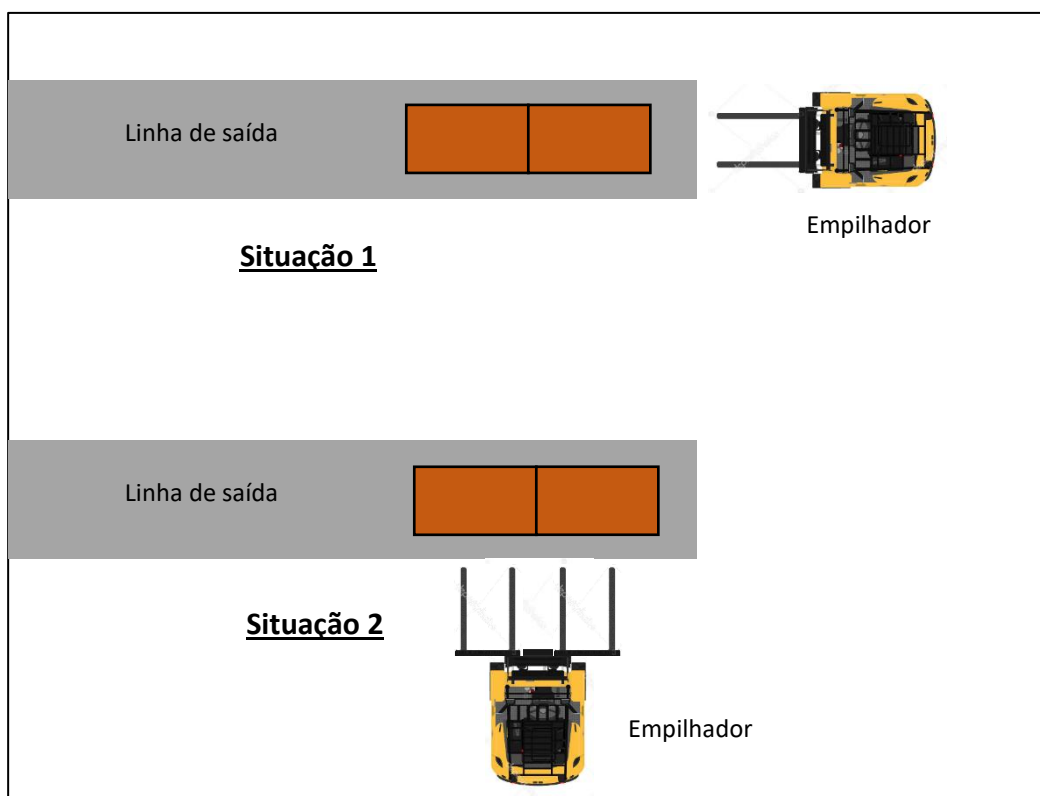


Figura 24: Duas situações de carregamento de pilhas na saída da caneladora.

A escassez de um leque com mais variedade de paletes torna este problema difícil de resolver com o *stock* atual de paletes e com o alcance de dimensões de comprimento de placa com que a empresa opera.

Relativamente ao carregamento das máquinas de transformação, as estivas são retiradas da paleta pelo lado do comprimento das placas de cartão para que o empilhadorista as coloque com o sentido de canelura paralelo ao sentido de fluxo da máquina, tal como mostra a Figura 25:



Figura 25: Abastecimento de cartão numa máquina da transformação.

Ora quando se trata de uma paletização com paletes invertidas, o empilhadorista é capaz de colocar os garfos do empilhador nos espaços entre a paleta e transportar a pilha até à máquina. Contrariamente, quando se trata de uma paletização com paletes normais, o empilhadorista engata os garfos nas primeiras placas da base da pilha, danificando-as, de forma a conseguir levantar a pilha da paleta (Figura 26).



Figura 26: Lado esquerdo – Pilha sem estragos provocados pelo empilhador; Lado direito – Pilha com estragos provocados pelo empilhador.

Em média o desperdício associado a esta prática é de 5 placas por pilha. Considerando que a fábrica produz por semana 300 pilhas de cartão com paletes normais, isto dá um total de 1500 placas desperdiçadas por semana. Em média são produzidos 1,8m² de cartão por placa, sendo que o custo de produção de 1m² ronda os 0,30€. Fazendo as contas, o desperdício de placas de cartão provocado por esta prática representa um custo semanal de 810,00€ à empresa (Tabela 9).

Tabela 9: Cálculo do desperdício semanal associado à danificação de placas pelo empilhador.

Placas danificadas por pilha (desperdício)	5
Nº pilhas transformadas por semana	300
Média de m² por placa produzida	1,8
Custo de produção por m² (€)	0,30
Custo semanal de desperdício (€)	810

Em síntese, verifica-se um potencial de melhoria em vários pontos do processo de transporte das placas de cartão, desde a saída da Caneladora até à entrada da transformação, e no processo de estabilização do cartão após ser produzido. A redução de desperdício nestes processos representaria, a longo prazo, uma poupança bastante avultada de custos de valor não agregado, mas para tal, é necessário que a empresa esteja disposta a apostar num investimento inicial que proporcione condições para resolver este

problema, nomeadamente o investimento em paletes de diferentes características que as utilizadas na fábrica atualmente.

4. CASO DE ESTUDO: SOLUÇÕES E OPORTUNIDADES DE MELHORIA

Após a análise dos processos que integram o caso de estudo e a identificação dos problemas principais relacionados com o desperdício seguiu-se o próximo passo que contempla a implementação de melhorias, com a finalidade de atingir os objetivos propostos para este projeto.

4.1. Parte 1: Filtragem do cartão à saída da Caneladora

Uma vez que este problema é referente à qualidade do cartão, esta parte do caso de estudo foi desenvolvida em conjunto com o Departamento de Qualidade. Após a realização de uma reunião com o objetivo de definir os parâmetros de qualidade a ser impostos, decidiu-se que o controlo de empeno deveria ser dividido em três situações, tal como é demonstrado na Tabela 10:

Tabela 10: Tolerância do grau de empeno de placas.

Parâmetros de aceitação de placas de cartão em função da % empeno	Produto acabado para venda direta (Embalagem)	$\leq 3\%$
	Produto em vias de fabricao e de cliente crítico (Transformação)	$\leq 4\%$
	Produto em vias de fabricao (Transformação)	$\leq 6\%$

O Departamento de Qualidade caracteriza um cliente crítico como um cliente que se apresenta no topo da carteira de clientes da empresa e que tenha registado NCEs num passado recente e, como tal, é de enorme importância que este cliente seja identificado

pelos operadores com a finalidade de promover mais atenção e um controlo mais apertado.

O grau de empeno é determinado pela equação 1, onde L representa o comprimento do lado da placa com empeno e f representa a distância entre o ponto máximo de curvatura da placa e o centro da linha que intersesta as duas extremidades da placa (Figura 27).

$$\% \text{ Empeno} = \frac{f}{L} \times 100$$

Equação 1: Cálculo do grau de empeno de placas de cartão.



Figura 27: Cálculo do grau de empeno.

A primeira melhoria a ser implementada foi a criação de dois postos de controlo de empeno de cartão (Figura 28). Estes postos foram colocados em zonas muito próximas da área de trabalho do operador de saída e do chefe de máquina para tornar mais rápido o processo de controlo e evitar deslocações demasiado longas.



Figura 28: Posto de controlo de empeno.

Foi implementada uma nova metodologia de apoio à decisão para evitar diferenças de perceção entre operadores e definir parâmetros de aceitação ou rejeição de placas de cartão. Para tal, foi criada uma tabela composta por intervalos de larguras de placa (por exemplo 250mm até 300mm), e para cada intervalo de larguras corresponde um f máximo, consoante a situação (ver Anexo I).

Ao efetuar o controlo de empeno a uma determinada placa, o operador deve medir o f que a placa apresenta e confirmar se o valor é inferior ou igual ao f máximo permitido. Para facilitar o trabalho do operador e tornar o controlo mais rápido, foram colocadas três fitas métricas na calha (Figura 29). A razão de serem três fitas prende-se no facto das placas de cartão poderem ser de diferentes caneluras e, de forma a compensar o fator canelura, foram definidas três cores para diferenciar os grupos de caneluras (Tabela 11). Os procedimentos a efetuar durante o controlo de empeno estão documentados numa OPL (*One Point Lesson*) afixada no quadro dos dois postos, assim como a lista dos clientes críticos (ver Anexos I II).

Tabela 11: Fator de compensação da canelura.

Fator Compensação Canelura	
Canelura	Cor fita métrica
E	
B/C/P/EP	
BC/CA	



Figura 29: Exemplificação do método de cálculo do grau de empeno.

Apesar do empeno ser um dos problemas mais frequentes na produção de cartão canelado, este pode ser atenuado através de um método de “contrafiar” placas de cartão. Este método consiste no empilhamento de pequenos conjuntos de placas empenadas voltadas umas para as outras, para que o peso das placas superiores exerça uma força contrária ao empeno (Figura 30). Este método, que tem uma duração de 24h, permite a redução de empeno até dois pontos percentuais, no entanto, só pode ser aplicado em caneluras E, P e B, e nas primeiras horas pós-produção, quando o cartão ainda se encontra quente.



Figura 30: Lado esquerdo – Representação esquemática do método contrafiar; Lado direito - Pilha de cartão contrafiado.

No quadro dos dois postos de controlo existe ainda um documento com o fluxograma de decisões a serem tomadas pelo operador de saída ou chefe de máquina quando estes efetuam o controlo de empeno (Figura 31), para que não surjam dúvidas ou erros durante o processo.

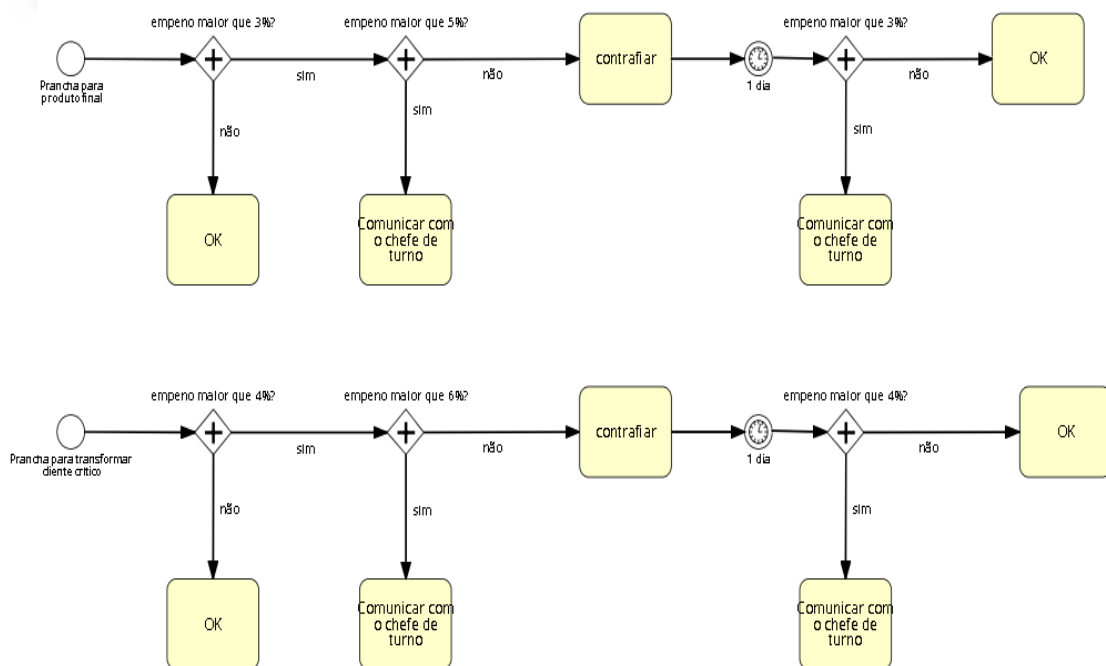


Figura 31: Fluxograma de controlo de empeno.

Foi também criada uma zona no armazém WIP denominada “Zona de recuperação de placas”, destinada à avaliação e separação de placas de cartão das pilhas que contêm etiqueta amarela. Devido a limitações de espaço a zona de recuperação de placas é de área reduzida, pelo que o método de contrafiar apenas se aplica a situações de produto acabado e produto em vias de fabrico e de cliente crítico. Todas as outras NCIs (Não Conformidade Interna) da Caneladora são tratadas nesta zona e abrangem todas as encomendas.

Para realizar o processo de separação das placas foi necessária a alocação, por turno, de dois operários subcontratados pela empresa. Foi realizado um período de formação com a duração de uma semana, de maneira a que os operários pudessem aprender sobre as características do cartão canelado, os procedimentos de escolha e o novo método do cálculo de empeno.

De forma a registar as encomendas que passam pela zona de recuperação, foi criado um documento denominado “Ficha de controlo de qualidade WIP”, onde os operadores registam o nº encomenda, a(s) não conformidade(s), o nº paletes conformes após a seleção, a quantidade rejeitada, o somatório de placas conformes/quantidade por paleta e o operador responsável pela seleção (Ver Anexo IV). Cada linha da tabela corresponde à seleção de uma paleta de uma determinada encomenda, sendo que essa encomenda pode ter mais que uma paleta com etiqueta amarela (por exemplo, para uma encomenda que apresente três paletes não conformes são necessárias três linhas de registo).

“Quantidade rejeitada” refere-se ao número de placas não conformes segregadas da paleta em seleção, sendo que o operador necessita de registar este valor como desperdício no *software PcTopp* para que o valor da quantidade de placas a entrar na transformação seja atualizado. O *PcTopp* é o *software* utilizado pela empresa para o controlo e planeamento da produção. Caso a quantidade de placas a transformar seja inferior à quantidade da encomenda final, o operador deve informar de imediato o chefe de turno.

As placas conformes são empilhadas pelo operador numa paleta, sendo que a quantidade de placas deve ser igual à que está referenciada na encomenda, à exceção da

última paleta. A Figura 32 demonstra o registo a efetuar sobre uma determinada encomenda fictícia (Encomenda A):

Encomenda	Não Conformidade	Qtd Rejeitada	Somatório Qtd Conforme/ Qtd por paleta	Nº paletes conformes	Operador
A	Cartão empenado	100	200/300	1	Manuel
A	Cartão empenado	250	250/300	1	Manuel
A	Cartão empenado	150	100/300	2	Manuel

Figura 32: Exemplo do preenchimento de uma ficha de controlo de qualidade WIP.

No caso de se tratar de uma encomenda de produto acabado, o operador terá de efetuar o registo do nº encomenda e a quantidade rejeitada num ficheiro Excel “Comunicação de Incidências”. Este ficheiro é partilhado pelo Departamento de Produção, Planeamento de Produção e Comercial.

A ordem de prioridade de seleção de paletes é definida pela causa e pela hora de entrada na máquina de transformação, pelo que encomendas com cartão empenado e com data próxima de entrada na transformação são prioritárias.

O Gráfico 4 apresenta os valores referentes às paragens na transformação causadas por não conformidades presentes nas placas de cartão dos três meses iniciais (escala cinzenta) e dos três meses finais do projeto (escala verde) para uma melhor perceção da evolução obtida com a implementação das soluções propostas.

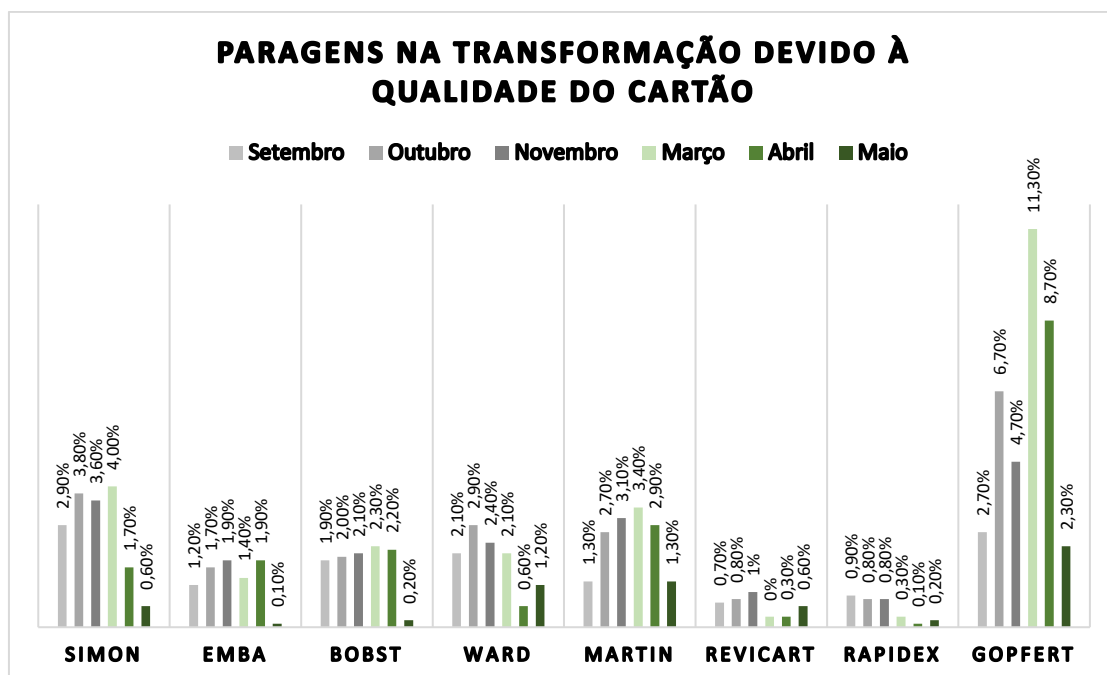


Gráfico 4: Paragens na transformação devido a não conformidades presentes no cartão no início/fim do projeto.

De um modo geral, foi possível notar uma descida significativa dos tempos de paragem relacionados com a qualidade do cartão, o que indica que a filtragem do cartão na saída da Caneladora melhorou a sua eficácia.

As máquinas Ward, Martin e Gopfert são máquinas de alta produtividade e consideradas as mais importantes na transformação. Enquanto a Martin apresentou números idênticos aos obtidos no início do projeto, o mesmo não se pode dizer da Ward e Gopfert. A Ward reduziu aproximadamente um ponto percentual do número de paragens causadas por não conformidades presentes nas placas de cartão, ao contrário da Gopfert que registou uma subida para sensivelmente o dobro das paragens nos meses de março e abril. A Gopfert é uma máquina de impressão de alta qualidade e que opera 90% da sua produção com cartão estocado. No entanto, estes dois meses foram considerados pontuais pela empresa, pois durante esse período foi utilizado, por decisão superior e por questões logísticas, um tipo de papel estocado considerado obsoleto e que apresentou muitos problemas no processo de impressão. A partir do mês de maio a produção de cartão estocado voltou à normalidade e os valores relativos a paragens relacionadas com cartão não conforme desceram para o melhor registo do presente ano civil.

4.2. Parte 2: Produção dos tipos de cartão BC24T0F e BC25V0F

Esta fase iniciou com a realização de um *brainstorming* entre a equipa da Caneladora, de forma a discutir as limitações da máquina que influenciavam a produção dos tipos de cartão em análise e a formular possíveis soluções de melhoria.

Relativamente às limitações, os papéis utilizados nos cartões BC24T0F e BC25V0F são de fraca resistência em comparação com a gama de papéis normalmente utilizada na produção de cartão na fábrica e, como tal, são muito mais sensíveis a mudanças de temperatura e a paragens ou reduções súbitas na produção. Além disso os programas de produção são bastante curtos devido ao reduzido leque de encomendas semanais, o que torna difícil para os operadores conseguirem realizar os ajustes necessários na máquina a tempo de alcançarem uma produção estável. Quanto à máquina do fino, os operadores evidenciaram que os níveis de abraçamento de papel do *liner* eram colocados sempre no mínimo possível, pelo que o problema principal estaria na limitação da própria máquina.

Visto que a empresa não tencionava abandonar a produção destes tipos de cartão, tornou-se necessário analisar uma solução que permitisse que a limitação da máquina fosse dissipada ou, pelo menos, atenuada. A solução encontrada foi a mudança do encaminhamento do papel do *liner* que, em vez de contornar o rolo de pré-aquecimento, fosse diretamente encaminhado para a união com o *fluting* (Figura 33).



Figura 33: Lado esquerdo – Encaminhamento do liner antes; Lado direito – Encaminhamento do liner depois.

Isto implica que o papel circule muito próximo do rolo de pré-aquecimento, mas com um tempo de exposição ao calor inferior, o que faz com que a temperatura do *liner* seja inferior (Figura 34).

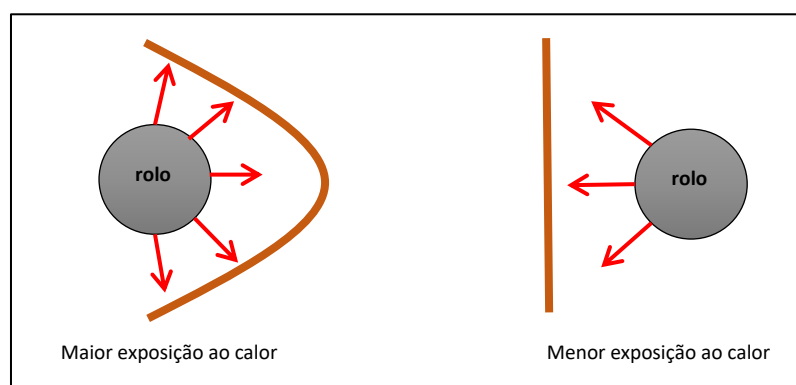


Figura 34: Exposição ao calor do liner no rolo de pré aquecimento.

Esta situação apresenta a desvantagem de o operador perder a capacidade de ajustar a temperatura do *liner* antes da união com o *fluting*, pelo que representa apenas uma mudança pontual. A outra desvantagem prende-se no facto da preparação do papel ser mais demorada e mais complexa, sendo necessária a intervenção de dois operadores para efetuar a mudança do encaminhamento do papel.

Em síntese, as Tabelas 12 e 13 apresentam os valores de temperaturas registados após a mudança de enquadramento de papel do *liner* na máquina do fino:

Tabela 12: Registo de temperaturas na produção de BC24T0F após mudança de encaminhamento do liner.

Temperaturas na Produção do BC24T0F											
Máquina do Largo (SF2)											
Liner				Fluting				Simples Face			
LT		LO		LT		LO		LT		LO	
Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
75,50	3,00	74,13	3,38	57,92	3,26	57,43	2,89	87,90	2,91	88,22	2,62
Máquina do Fino (SF3)											
Liner				Fluting				Simples Face			
LT		LO		LT		LO		LT		LO	
Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
84,27	3,13	83,28	3,47	59,45	3,43	58,85	3,90	90,15	3,57	89,75	3,41
Coladeira											
Simples Face Largo				Simples Face Fino				Liner Exterior			
LT		LO		LT		LO		LT		LO	
Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
68,63	2,86	68,38	3,24	71,02	3,61	71,63	4,24	58,88	3,05	62,55	3,44

Tabela 13: Registo de temperaturas na produção de BC25V0F após mudança de enquadramento do liner.

Temperaturas na Produção do BC25V0F											
Máquina do Largo (SF2)											
Liner				Fluting				Simples Face			
LT		LO		LT		LO		LT		LO	
Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
73,84	3,05	73,54	3,25	55,94	2,37	56,20	2,56	88,23	3,16	88,05	3,16
Máquina do Fino (SF3)											
Liner				Fluting				Simples Face			
LT		LO		LT		LO		LT		LO	
Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
81,53	3,60	81,70	3,64	58,88	2,78	60,03	2,30	91,05	4,50	90,63	5,11
Coladeira											
Simples Face Largo				Simples Face Fino				Liner Exterior			
LT		LO		LT		LO		LT		LO	
Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
66,18	2,05	66,60	2,69	68,69	2,92	69,64	3,24	59,24	3,22	62,98	3,57

A análise das tabelas permite concluir que as temperaturas do *liner* na máquina do fino diminuíram aproximadamente 10 °C relativamente aos valores obtidos no início do projeto e que as variações de temperaturas sofreram uma pequena redução, pois os valores dos desvios padrão diminuíram ligeiramente.

Quanto aos testes ECT efetuados após a implementação da proposta de melhoria, estes revelaram um acréscimo significativo nos valores obtidos, o que indica um aumento de qualidade e *performance* nas placas de cartão BC24T0F e BC25V0F (Tabela 14).

Tabela 14: Comparação dos valores obtidos nos testes ECT no início/fim do projeto.

Teste ECT BC24T0F (kN/m)				
Valor tabelado	Valor obtido no início do projeto	Média de valores obtidos	Desvio padrão	Nº amostra
6,0	6,29	7,30	0,59	8
Teste ECT BC25V0F (kN/m)				
Valor tabelado	Valor obtido no início do projeto	Média de valores obtidos	Desvio padrão	Nº amostra
6,5	6,85	7,62	0,58	7

Embora os resultados adquiridos sejam positivos é notória a possibilidade de serem ainda melhores, uma vez que a produção destes tipos de cartão ainda apresenta algumas limitações na área do planeamento e no equipamento disponível.

4.3. Parte 3: Redefinição da paletização no armazém WIP

Após a identificação dos principais problemas relacionados com o armazém WIP, deu-se início à discussão de possíveis investimentos aliados ao desenvolvimento de novos *designs* de paletes que resolvessem o problema associado à danificação de placas por parte do empilhador, em situações de paletização normal. As paletes em desenvolvimento tinham de respeitar algumas características indicadas na lista abaixo:

- ✓ Possibilitar o carregamento de pilhas de cartão sem a danificação das mesmas;
- ✓ Peso inferior a 60kg devido às limitações do transportador de paletes;
- ✓ Medidas de largura diferentes das atuais;
- ✓ Medidas compatíveis com o armazém de paletes da saída da caneladora;
- ✓ Espaçamentos de engate de garfos compatíveis com a abertura de garfos dos empilhadores do WIP e da transformação.

O desenvolvimento deste projeto contou com a colaboração dos empilhadoristas do WIP para a conceção das paletes e com a colaboração do gabinete CTV para os desenhos técnicos necessários. As prioridades eram eliminar a danificação de placas por parte do empilhador durante o carregamento e oferecer paletes que garantissem um transporte seguro de placas com comprimentos superiores a 2100mm.

Com o objetivo de cumprir com as especificações pretendidas, foi efetuada a proposta de uma paleta 1300x1300 que possibilita o transporte das paletes e o carregamento das pilhas pelo mesmo lado da paleta (largura), ao mesmo tempo que evita que as placas inferiores da pilha sejam danificadas pelos garfos do empilhador. Isto é possível devido à estrutura superior da paleta possuir dois desníveis de 50mm de altura para a entrada dos garfos do empilhador.

O desenho técnico da paleta está documentado no Anexo X. As Figuras 35, 36 e 37 representam o desenho técnico da paleta, um esquema explicativo sobre o carregamento da paleta a ser efetuado pelo empilhador e uma fotografia de uma paleta de teste 1300x1300:

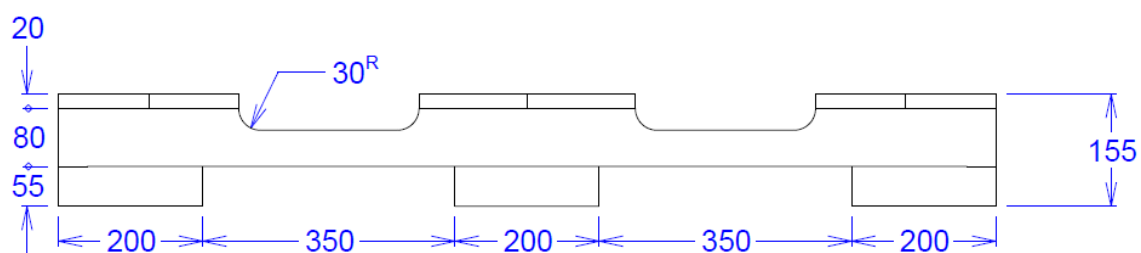


Figura 35: Desenho técnico proposto da paleta 1300x1300.

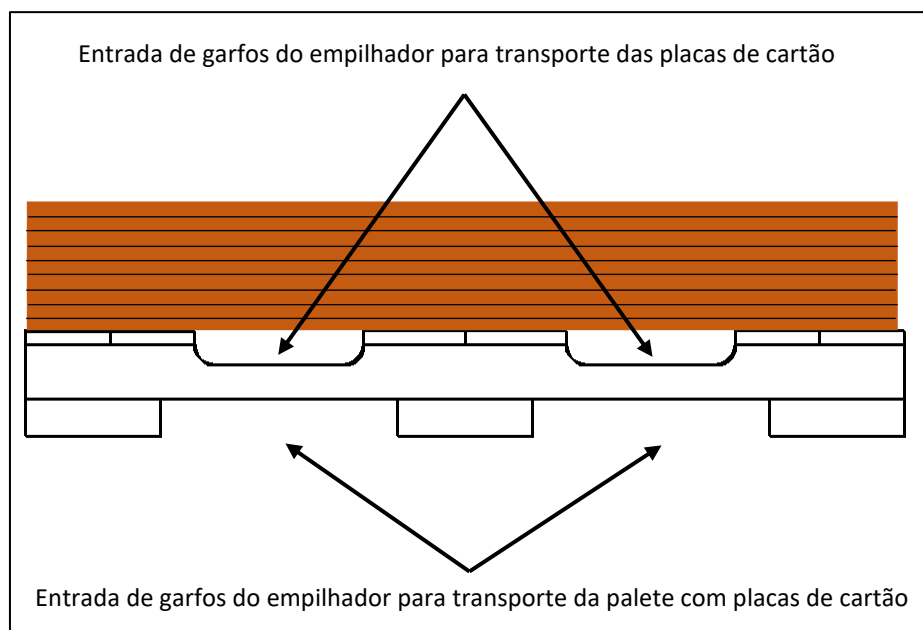


Figura 36: Esquema representativo da entrada de garfos do empilhador na paleta.



Figura 37: Paleta de teste 1300x1300.

As medidas escolhidas para o comprimento e largura da paleta justificam-se por estas se complementarem com as medidas das paletes atuais. Constituem-se como uma alternativa à paletização com paletes normais, mas com a vantagem de não ser necessário danificar placas. Além disso, apresentam uma área de suporte bastante superior às paletes atuais, permitindo o transporte de placas com 1000mm de comprimento mínimo dado que as extremidades de apoio são mais largas. O problema relacionado com o transporte de placas com comprimento entre 2200-2349 (mm) foi resolvido, uma vez que a utilização de duas paletes 1300x1300 garante um transporte estável para placas com comprimento superior a 2200mm.

As paletes *standard* 1200x800 e 1200x1000 foram redesenhadas com o objetivo de serem mais resistentes e apresentarem maior área de suporte em paletização invertida, tendo sido aumentadas as medidas dos pés das paletes. Na paleta 1200x800, o pé central aumentou 60cm com o objetivo de oferecer, em paletização invertida, maior estabilidade ao cartão durante o tempo de repouso no armazém WIP. Na paleta 1200x1000, os três pés que constituem a paleta aumentaram 30cm, o que permitiu reduzir o comprimento mínimo necessário de placa de 950mm para 900mm em paletizações constituídas por uma paleta invertida e reduzir de 1950mm para 1900mm para paletizações constituídas por duas paletes invertidas. Além disso também aumentou a área de apoio e estabilidade do cartão, tal como na paleta 1200x800. A Figura 38 demonstram os desenhos técnicos da vista frontal das duas paletes (lado da largura), antes e depois das alterações efetuadas.

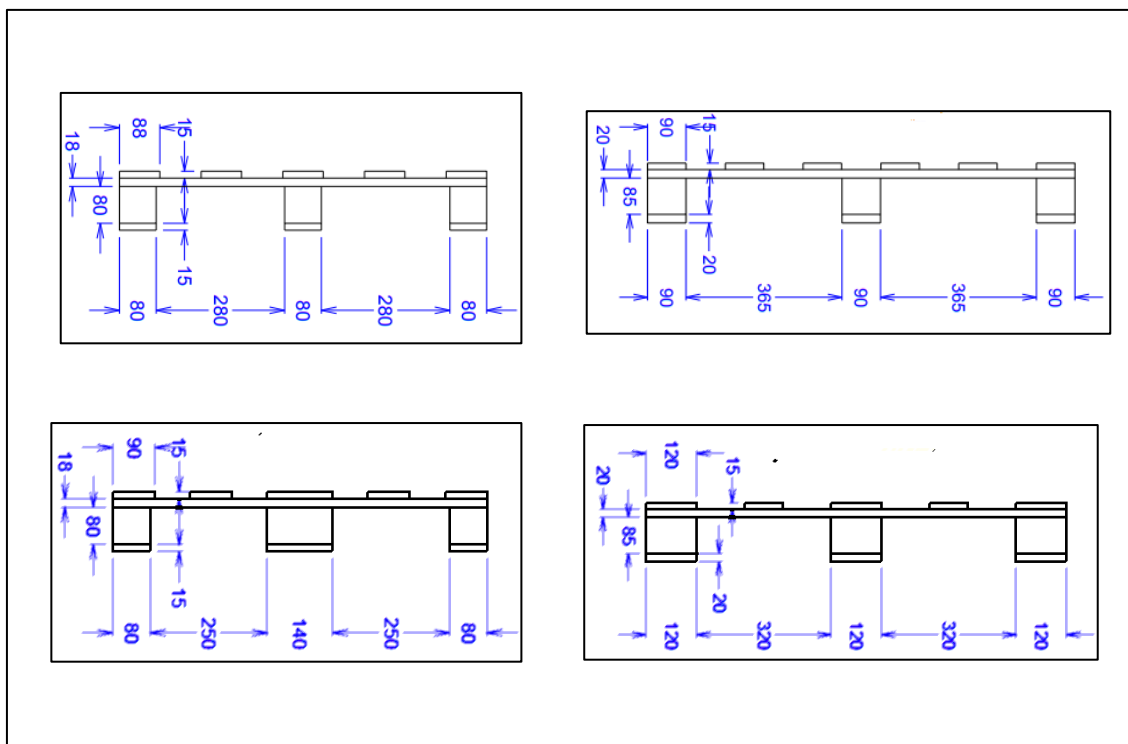


Figura 38: Lado esquerdo - Desenhos técnicos paleta 1200x800 standard antes e depois; Lado direito: Desenhos técnicos paleta 1200x1000 standard antes e depois.

Foi também criada uma paleta *standard* 1200x600 destinada a placas com comprimento entre 600-749 (mm), com o objetivo de possibilitar uma paletização invertida (Figura 39).

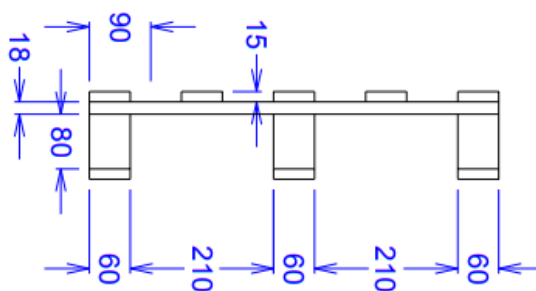


Figura 39: Desenho técnico paleta 1200x600 standard

Com o leque de paletes à disposição, após a introdução das paletes 1300x1300 e 1200x600, foi possível eliminar a maioria das ocorrências de danificação de placas de cartão no abastecimento das máquinas da transformação. A nova paletização está definida na Tabela 15:

Tabela 15: Redefinição da paletização utilizada no armazém WIP.

Medidas comprimento placa (mm)	Medidas largura placa (mm)	Tamanho de palete (comprimento x largura)	Posição	Paletização
600-749	270-1549	1200x600	invertida	A1
	1550-2400	1200x600		B2
750-899	270-1549	1200x800	invertida	A1
	1550-2400			B2
900-1099	270-1200	1200x1000	invertida	A1
	1200-2400			B2
1100-1549	270-1599	1300x1300	normal	A1
	1600-1899	1200x800		B3
	1900-2199	1200x1000		B3
	2200-2400	1300x1300		B2
1550-1949	270-1549	1200x800	invertida	B1
	1600-2400			C1
1950-2199	270-1549	1200x1000	invertida	B1
	1600-2400			C1
2200-2900	270-1599	1300x1300	normal	B2
	1600-1899	1200x1000		C2
	1900-2199	1200x800		C2
	2200-2400	1300x1300		C1

Como se pode verificar, apenas as paletizações referentes a placas com comprimentos entre 1100-1549 e 2200-2900 e largas entre 1600-2199 requerem a danificação de placas de cartão no carregamento das máquinas de transformação. No entanto esta situação poderia ser resolvida, uma vez que para largas superiores a 2199mm a paletização é feita com paletes 1300x1300. A razão principal para não se utilizar paletes 1300x1300 nesta situação prende-se com a logística do armazém WIP e o espaço disponível. Utilizar uma paletização com uma largura conjunta de 2600mm (1300+1300) para placas com 1600-2199 (mm) de largura iria ocupar uma área de armazém muito superior à necessária e, como tal, decidiu-se manter a paletização atual para as medidas referenciadas anteriormente.

A empresa decidiu dar prioridade à questão das placas danificadas dado que representam uma percentagem muito maior do desperdício produzido no armazém WIP e, como tal, o problema relacionado com as placas de cartão ultrapassarem os limites das paletes apresentou melhorias pouco significativas. Além do aumento de intervalos de comprimento de placas de cartão que respeitam os limites de paletização com paletes 1200x1000 invertidas, as paletizações com paletes 1300x1300 apresentam os melhores resultados nesse aspeto. Em paletizações com uma paleta 1300x1300, o intervalo de comprimentos cumpridores é 1100-1300 (mm) enquanto que em paletizações com duas paletes o intervalo é 2200-2600 (mm).

Nas Figuras 40 e 41 está demonstrada a atualização dos intervalos de comprimento de placa que respeitam os limites da paletização (verde) e os intervalos de comprimento de placa que ultrapassam os limites (vermelho):

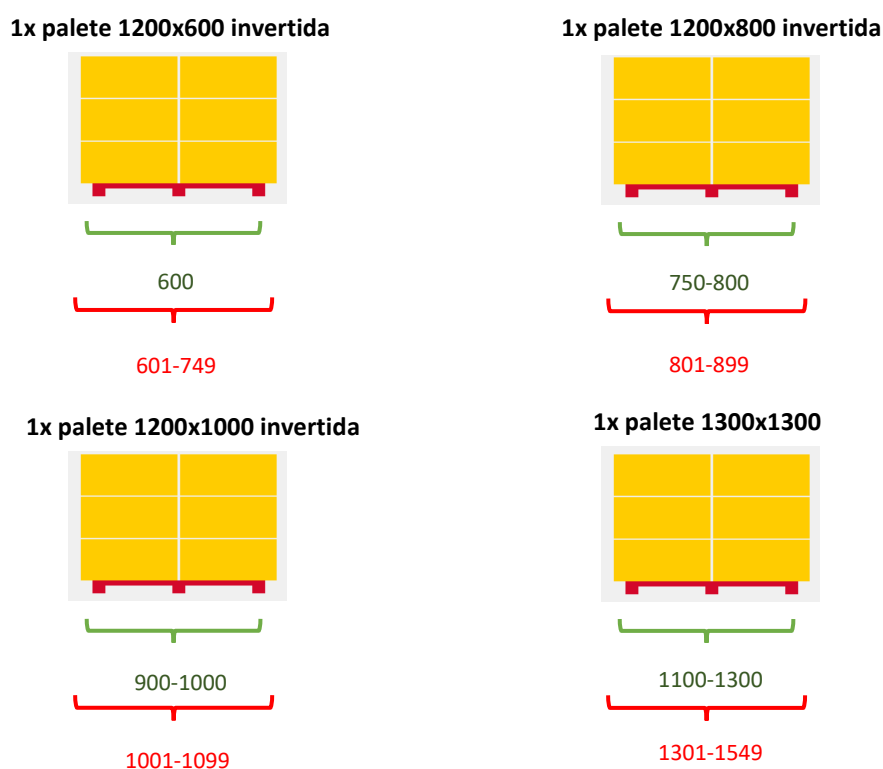


Figura 40: Intervalos de comprimento que ultrapassam/não ultrapassam os limites da paleta após a redefinição da paletização.

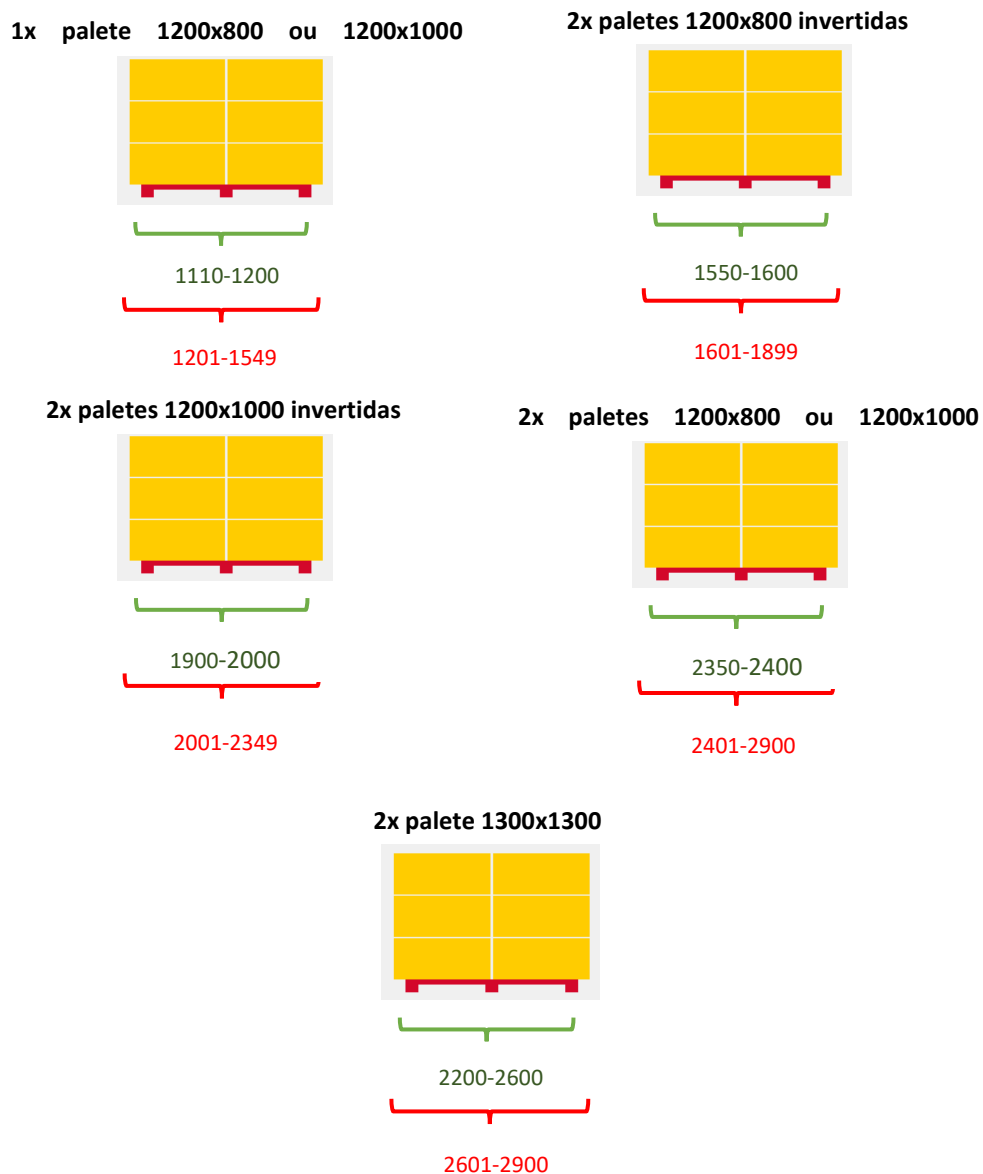


Figura 41: Intervalos de comprimento que ultrapassam/não ultrapassam os limites da paleta após a redefinição da paletização (continuação).

Após a validação da paleta 1300x1300 em teste por parte dos operadores e chefes de turno, realizou-se uma reunião entre os chefes dos departamentos da produção, logística, CTV, qualidade, caneladora e o diretor da fábrica com o objetivo de apresentar as soluções desenvolvidas, o orçamento necessário para a aquisição das paletes e o retorno financeiro do investimento.

Quanto ao número de paletes necessárias a adquirir, foi efetuada uma projeção com base nos consumos médios semanais de paletes no armazém WIP. Relativamente às paletes 1300x1300, foram analisadas todas as referências que correspondem às novas paletizações com paletes 1300x1300 e as suas periodicidades a nível de encomendas. Uma vez que a empresa apresenta poucas referências com comprimentos de placa inferiores a 750mm, o número de paletes 1200x600 definido ficou ao critério do chefe da caneladora e do diretor de Produção. Na Tabela 16 estão referenciadas as quantidades necessárias a adquirir para cada tipo de paleta e o preço médio de mercado:

Tabela 16: Orçamento proposto para a compra das paletes.

Tipo de paleta	Quantidade (unidades)	Preço médio (€)
1200x800 <i>standard</i>	700	5
1200x1000 <i>standard</i>	600	5
1200x600 <i>standard</i>	30	5
1300x1300	300	10

Orçamento previsto	9.650,00 € + transporte
---------------------------	-------------------------

No início do projeto foi calculado que o desperdício estimado referente à danificação de placas durante o carregamento das máquinas de transformação rondava os 810,00€ semanais. Visto que a aquisição das novas paletes não resolve este problema na totalidade, uma vez que ainda existem paletizações com paletes normais, a nova estimativa de poupança de desperdício foi avaliada em 500,00€ semanais.

Com o objetivo de demonstrar visualmente o retorno financeiro estimado com o investimento proposto, foi elaborado o seguinte gráfico de linhas (Gráfico 5):

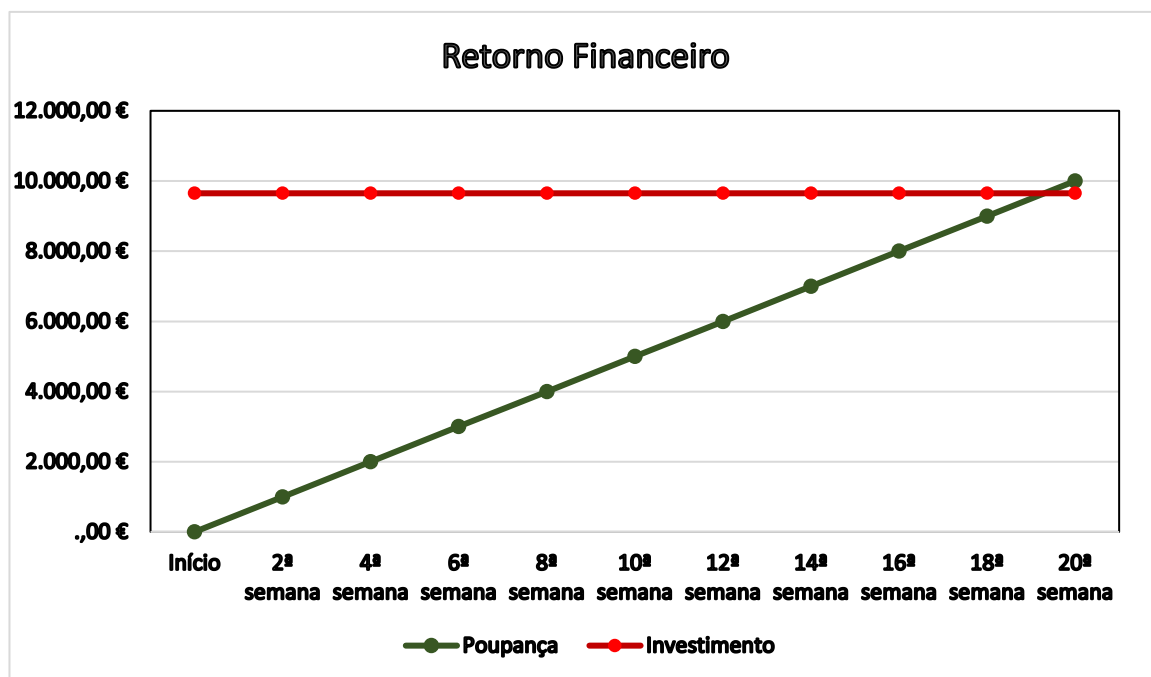


Gráfico 5: Evolução do retorno financeiro obtido pela empresa.

Através na análise do gráfico é possível prever que o ponto de equilíbrio entre o investimento a efetuar e a poupança a alcançar pela empresa encontra-se entre a 19ª semana e a 20ª semana após a introdução das novas paletes na paletização do armazém WIP, o que representa para a empresa uma possibilidade de ganhos financeiros a curto prazo.

No final da reunião, o investimento foi aprovado por todos os participantes e deu-se início à seguinte etapa, que consiste na implementação das novas paletizações e no controlo de desperdício associado à danificação de placas durante o carregamento de máquinas da transformação, durante os primeiros meses da implementação.

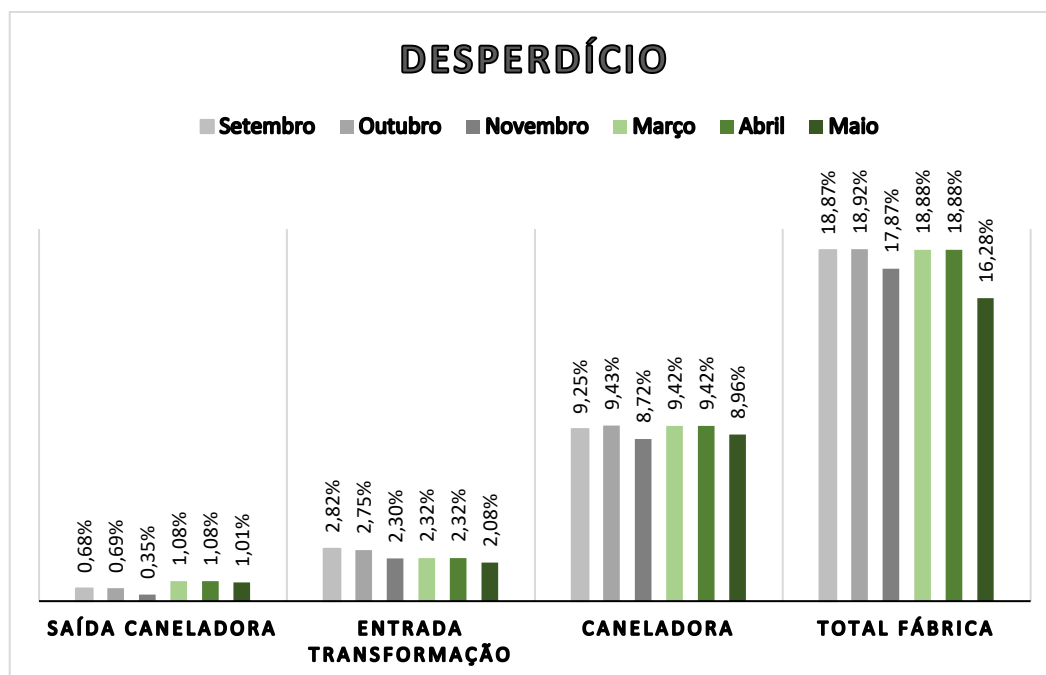


Gráfico 6: Comparação do desperdício produzido durante os meses iniciais e finais do projeto.

No final do projeto procedeu-se à análise do ficheiro do desperdício nos meses de março, abril e maio com o intuito de fazer uma comparação com os valores registados no início do projeto e compreender o impacto que as ações implementadas tiveram na produção de desperdício (Gráfico 6).

O desperdício produzido à saída da caneladora aumentou sensivelmente para o dobro e na entrada da transformação desceu aproximadamente meio ponto percentual. Estes valores podem ser explicados pelo facto da filtragem do cartão à saída da caneladora evitar que cartão não conforme seja introduzido nas máquinas da transformação, ficando retido nos postos de controlo de qualidade criados na saída da caneladora. Portanto, seria de esperar que o valor de desperdício na saída da caneladora sofresse um aumento, tal como é observado nos meses de março a maio.

Quanto aos valores de desperdício registados no setor da caneladora e na fábrica em geral, não sofreram alterações significativas. No entanto é importante denotar que, apesar dos problemas relativos à utilização do papel estocado obsoleto terem influenciado o valor do desperdício produzido na transformação, o valor total de desperdício da fábrica manteve-se semelhante aos valores obtidos no início do projeto. O desperdício total

produzido no mês de maio representou o melhor valor obtido durante o período em que o projeto decorreu, tendo cumprido o objetivo inicialmente proposto (Tabela 17).

Tabela 17: Comparação final entre os objetivos propostos e os resultados obtidos.

	Objetivo proposto	Valor alcançado (mês de maio)
% desperdício saída Caneladora:	1,50%	1,01%
% desperdício entrada das máquinas transformação:	1,50%	2,08%
% desperdício Caneladora	9%	8,96%
% desperdício Fábrica	17%	16,28%

5. CONCLUSÕES E PERSPETIVAS DE TRABALHO FUTURO

O presente projeto surgiu da necessidade da empresa em reduzir o desperdício produzido durante os processos de fabrico de cartão canelado e, consequentemente, reduzir custos de valor não agregado. Para isso foi adotada a filosofia *Lean* como a metodologia a seguir durante todo o projeto e como seu foco principal a abordagem dos 7 desperdícios da produção.

No início do projeto foi realizada uma pequena formação com o objetivo de visualizar o quotidiano dos principais departamentos da empresa e aprender os principais processos executados. Posteriormente foi iniciada a fase de análise dos principais problemas associados à produção do desperdício, tendo sido destacados três casos de estudo distintos, nomeadamente a ausência de um controlo de não conformidades à saída da caneladora, a produção defeituosa de dois tipos de cartão recentes e a danificação de placas por parte dos empilhadores durante o carregamento das pilhas na entrada das máquinas de transformação.

De seguida, foram propostas soluções de melhoria para cada caso de estudo. No primeiro caso mencionado, foram criados dois postos de controlo de qualidade de placas de cartão em duas zonas da saída da caneladora, assim como uma zona de recuperação de cartão não conforme. No segundo caso foi realizada uma mudança no encaminhamento de papel do *liner* interior com a finalidade de baixar as temperaturas do cartão durante a produção e, por conseguinte, obter melhores características técnicas relativas à resistência ao empilhamento e rotura. No terceiro caso foi desenvolvida uma nova palete com um *design* técnico que elimina a necessidade de danificar placas durante o seu carregamento. Adicionalmente foram redesenhadas as paletes *standard* que eram utilizadas na paletização do armazém WIP e foi ainda proposta a introdução de uma palete *standard* 1200x600 no leque de paletes do armazém WIP.

Os resultados obtidos com as soluções propostas foram positivos e permitiram à empresa reduzir tempos de paragem nas máquinas de transformação, melhorar a qualidade de produção dos dois tipos de cartão em estudo e reduzir o desperdício

produzido na fábrica em mais de um ponto percentual, tendo obtido o melhor registo do ano, com 16,28%.

A filosofia *Lean* foi fundamental em todo o desenrolar do projeto e em capacitar os intervenientes a desenvolverem um espírito de inovação, de mudança e de organização. Apesar dos resultados serem satisfatórios ficou a sensação de que poderiam ser melhores caso não existissem limitações no projeto, nomeadamente ao nível de recursos humanos, equipamentos e tempo.

Relativamente à criação da zona de recuperação de cartão onde foram alocados dois operadores temporários, houveram várias mudanças na equipa responsável por esta zona e sempre com operadores inexperientes na indústria do cartão canelado, obrigando a que fosse necessária a realização de formações técnicas repetitivas e desencadeando tempos de execução mais lentos. Quanto aos equipamentos, a caneladora carece de manutenções mais profundas e de equipamento mais recente. Apresenta imensos problemas que não conseguem ser solucionados na sua totalidade e o controlo de parâmetros de produção não está em perfeitas condições.

A realização deste projeto iniciou-se apenas no final de janeiro de 2019, pois a empresa foi adquirida no final do ano 2018 e o projeto inicialmente proposto foi vetado pela nova direção, além de que o colaborador disponibilizado para a cooperação e orientação do presente trabalho saiu dos quadros da empresa. Contudo, estas dificuldades foram bastante importantes no desenvolvimento pessoal do autor do projeto, de forma a adquirir competências motivacionais num ambiente difícil e fora da sua zona de conforto.

Como perspetivas de trabalho futuro, seria interessante analisar a evolução do desperdício produzido após a introdução das novas paletes propostas e desenvolver novas soluções para outras áreas que também contribuem para a produção de desperdício da fábrica. Outra proposta interessante seria a introdução de equipamentos e sistemas relacionados com a indústria 4.0 no armazém WIP e no próprio sistema de produção da caneladora. Através de um estudo mais aprofundado das variáveis da caneladora e da manutenção preventiva, poderiam ser criados mecanismos de aprendizagem automatizada de erros e ser possível introduzir o conceito de manutenção preditiva na fábrica. Já no armazém WIP, a ligação entre o inventário em tempo real e as ordens de encomenda

existentes em sistema poderia possibilitar uma melhor eficácia no planeamento da produção.

6. REFERÊNCIAS

- Chauhan, N. D., Qureshi, M. N., Desai, T. N., & Trivedi, P. T. (2015). *Implementation of Lean Manufacturing Techniques to Improve Productivity in Bearing Manufacturing Company Implementation of Lean Manufacturing Techniques to Improve Productivity in Bearing Manufacturing Company*. (November).
- Drohomeretski, E., Gouvea Da Costa, S. E., Pinheiro De Lima, E., & Garbuio, P. A. D. R. (2014). Lean, six sigma and lean six sigma: An analysis based on operations strategy. *International Journal of Production Research*, 52(3), 804–824. <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.842015>
- Fritze, C. (2016). *The Toyota Production System the System*.
- Hu, S. J. (2013). Evolving Paradigms of Manufacturing: From Mass Production to Mass Customization and Personalization. *Procedia CIRP*, 7, 3–8. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.05.002>
- Kline, J. E. (1991). *Paper and Paperboard Manufacturing and Converting Fundamentals 2nd edition* (Second).
- Krayenhagen, E. D., & Hoffmann, R. D. (1997). *CORRUGATED BOARD MANUFACTURE INCLUDING PRECISE WEB MOSTURE AND TEMPERATURE CONTROL*.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer* (Vol. 2004).
- Losev, I. V. (2018). *Lean waste classification model to support the sustainable operational practice Lean waste classification model to support the sustainable operational practice*. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/337/1/012067>
- Maldonado, C., Lopes, A. P., & De Monteiro, M. (2017). Produto & Produção. *Análise Da Relação Entre a Prática Do Lean e o Desempenho de Prazo de Projetos Em Organizações Representativas de Pesquisa Clínica*, 18, 24–44.
- Mayr, A., Franke, J., & Weigelt, M. (2018). Lean 4.0 - A conceptual conjunction of lean management and Industry 4.0. 72(June), 622–628. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.292>

- Melton, T. (2005). *What Lean Thinking has to Offer the Process Industries*. (June), 662–673.
<https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Mourtzis, D., & Doukas, M. (2014). Design and Planning of Manufacturing Networks for Mass Customisation and Personalisation : Challenges and Outlook Design and planning of manufacturing networks for mass customisation and personalisation : Challenges and Outlook. *Procedia CIRP*, 19(July), 1–13.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.05.004>
- Nambiar, A. N. (2010). *Modern Manufacturing Paradigms - A Comparison*. III.
- Ociepka-kubicka, A. (2018). *Modernity and ecology in the aspect of a packaging industry company management*. 00024, 1–7.
- Rafique, M. Z., Ab Rahman, M. N., Saibani, N., & Arsad, N. (2017). A systematic review of lean implementation approaches: a proposed technology combined lean implementation framework. *Total Quality Management & Business Excellence*, 3363, 1–36. <https://doi.org/10.1080/14783363.2017.1308818>
- Rehse, J.-R., Dadashnia, S., & Fettke, P. (2018). Business process management for Industry 4.0 – Three application cases in the DFKI-Smart-Lego-Factory. *It - Information Technology*, 60(3), 133–141. <https://doi.org/10.1515/itit-2018-0006>
- Rosaly, M., & Francisco, A. C. de. (2005). Melhoria contínua como ferramenta para o aumento da competitividade organizacional : um estudo de caso no setor metal metalúrgico. *Xii Simpep*, 10. <https://doi.org/10.15420/icr.2017:21:1>
- Sanders, A., Elangeswaran, C., & Wulfsberg, J. (2016). Industry 4 . 0 Implies Lean Manufacturing : Research Activities in Industry 4 . 0 Function as Enablers for Lean Manufacturing. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 9(3), 811–833.
- Smętkowska, M., & Mrugalska, B. (2018). Using Six Sigma DMAIC to Improve the Quality of the Production Process: A Case Study. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 238, 590–596. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2018.04.039>
- Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., & Uchikawa, S. (2007). Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-for- human system. *THE INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION*, 7543.
<https://doi.org/10.1080/00207547708943149>

- Vaněček, D., Pech, M., & Rost, M. (2018). Innovation and lean production. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 66(2), 595–603. <https://doi.org/10.11118/actaun201866020595>
- Xiong, G., Shang, X., Xiong, G., & Nyberg, T. R. (2019). A kind of lean approach for removing wastes from non-manufacturing process with various facilities. *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, 6(1), 307–315. <https://doi.org/10.1109/JAS.2019.1911351>
- Yin, Y., Steckel, K. E., & Li, D. (2018). The evolution of production systems from Industry 2 . 0 through Industry 4 . 0. *International Journal of Production Research*, 7543. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1403664>

ANEXO I – Tabela de Controlo de Empeno de Cartão e Lista de Clientes Críticos



TABELA CONTROLO DE EMPENO

Largura da placa (mm)	Flecha máxima (mm)		
	Transformação		Embalagem
	~6% empeno	~4% empeno (clientes críticos)	~3% empeno
250-300	16	11	8
300-350	19	13	10
350-400	22	15	11
400-450	25	17	13
450-500	28	19	14
500-550	31	21	16
550-600	34	23	17
600-650	37	25	19
650-700	40	27	20
700-750	43	29	22
750-800	46	31	23
800-850	49	33	25
850-900	52	35	26
900-950	55	37	28
950-1000	58	39	29
1000-1050	61	41	31
1050-1100	64	43	32
1200-1250	73	49	37
1250-1300	76	51	38
1300-1350	79	53	40
1350-1400	82	55	41
1400-1450	85	57	43
1450-1500	88	59	44
1500-1550	91	61	46
1550-1600	94	63	47
1600-1650	97	65	49
1650-1700	100	67	50
1700-1750	103	69	52
1750-1800	106	71	53
1800-1850	109	73	55
1850-1900	112	75	56
1900-1950	115	77	58
1950-2000	118	79	59
2000-2050	121	81	61
2050-2100	124	83	62
2100-2150	127	85	64
2150-2200	130	87	65
2200-2250	133	89	67
2250-2300	136	91	68
2300-2350	139	93	70
2350-2400	142	95	71

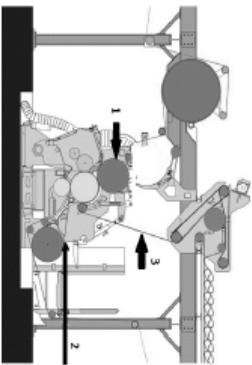
Fator Compensação Canelura	
Canelura	Cor fita métrica
E	
B/C/P/EP	
BC/CA	

Cientes críticos

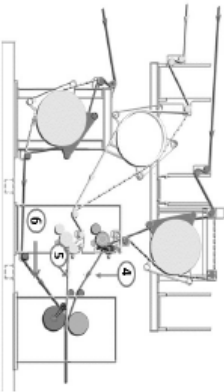
Embalagem (3%)	
Nome	Não conformidades a evitar
IKEA BOF	
José Neves	
Calxindu	
Vouguembal	
Cartembal	

Transformação (4%)	
Nome	Não conformidades a evitar
SuperBock	
Amtrol	
Aveleda	
IKEA BOF	

ANEXO III – Folhas de Registo de Temperaturas da Caneladora



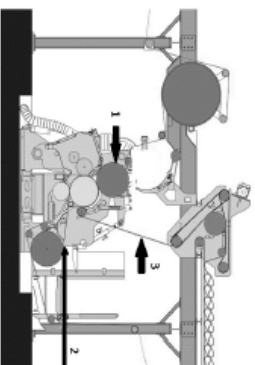
Temperatura Ideal (°C)	
1	70-80
2	60-70
3	85-95



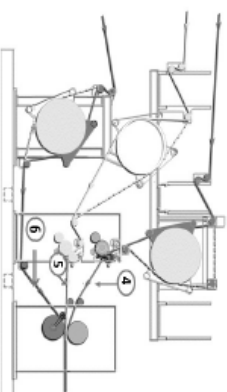
Temperatura Ideal (°C)	
4	65-75
5	65-75
6	55-65



Programa	SF	Temperaturas Caneladora na produção do cartão BC24T0F											
		1		2		3		4		5		6	
		LT	LO	LT	LO	LT	LO	LT	LO	LT	LO	LT	LO
	Fino												
	Largo												
	Fino												
	Largo												
	Fino												
	Largo												
	Fino												
	Largo												
	Fino												
	Largo												
	Fino												
	Largo												
	Fino												
	Largo												
	Fino												
	Largo												
	Fino												
	Largo												



Temperatura Ideal (°C)	
1	70-80
2	60-70
3	85-95



Temperatura Ideal (°C)	
4	65-75
5	65-75
6	55-65

Programa	SF	Temperaturas Caneladora na produção do cartão BC25V0F											
		1		2		3		4		5		6	
		LT	LO	LT	LO	LT	LO	LT	LO	LT	LO	LT	LO
	Fino												
	Largo												
	Fino												
	Largo												
	Fino												
	Largo												
	Fino												
	Largo												
	Fino												
	Largo												
	Fino												
	Largo												
	Fino												
	Largo												
	Fino												
	Largo												
	Fino												
	Largo												
	Fino												
	Largo												

ANEXO IV – Folha de seleção de cartão não conforme



Turno: _____

Data: _____

[illegible]

<u>Informações e procedimentos:</u>
Verificar quantidades:
Embalagem - registo no excel de comunicação incidências
Transformação - introduzir desperdício no PcTopp
Encomendas contrafiadas:
Verificar hora entrada na máquina seguinte
Descontrafiar a tempo de entrar na máquina
Máqs obrigatórias p/ ir descontrafiado:
Ward, Martin, Gopfert, Emba